

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**



професор кафедри БіП України  
**С. Ніколаєнко**  
2024 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

з комплексу фахових дисциплін для вступників на освітньо-наукову програму  
"Біотехнології та біоінженерія" підготовки фахівців PhD доктор філософії  
із спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Голова комісії

Лопатько К. Г.

**Київ – 2024**

## **1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ**

1.1. Короткий огляд сучасних біотехнологічних процесів, засобів та технічних систем у біотехнології. Значення їх в агропромисловому виробництві та природоохоронній сфері.

1.2. Стан використання біотехнологічних процесів і технічних засобів в розрізі сучасних досягнень техніки і технологій. Спеціалізовані виробництва, підприємства, холдинги та організації біотехнологічних процесів.

1.3. Досягнення вітчизняної та закордонної науки в галузі біотехнологія та технологічних систем. Класифікація технічних систем і засобів автоматизації.

1.4. Короткий огляд сучасного розвитку біотехнологій та технологічних систем. Значення їх в агропромисловому виробництві, лісовому господарстві, переробній галузі та природоохоронній сфері.

1.5. Сучасний стан біотехнології в аграрній галузі в розрізі досягнень техніки і технологій. Спеціалізовані лабораторії, науково-виробничі центри та підприємства, що працюють у галузі біотехнології і біоінженерії.

1.6. Досягнення вітчизняної та закордонної науки в галузі біотехнології і біоінженерії. Класифікація технологічних процесів. Соціально- економічні наслідки використання сучасних знань в галузі біотехнології та біоінженерії.

## **2. ПОСТАНОВКИ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

2.1. Експеримент та його організація. Задачі експерименту. Класифікація експериментів. Устаткування для проведення експериментальних досліджень. Обсяг експериментальних досліджень та точність вимірювань. Особливості проведення експериментальних досліджень в польових умовах. Випробування сільськогосподарської техніки як особливий вид експериментальних досліджень.

2.2. Методика планування експерименту. Параметри оптимізації та вимоги до них. Вибір факторів та вимоги до них. Нейтралізація вхідних факторів. Поняття апріорної інформації.

2.3. Багатофакторний експеримент та методика його планування. Загальні положення та етапи проведення багатофакторного експерименту. Побудова повного факторного експерименту (далі – ПФЕ): а) вибір математичної моделі; б) побудова плану ПФЕ; в) рандомізація дослідів; г) число повтворюваностей дослідів. Частковофакторний експеримент.

2.4. Ймовірісно-статистичні методи в інженерних дослідженнях. Поняття випадкової величини. Закони розподілу випадкової величини. Вибірковий метод досліджень випадкових величин. Числові характеристики випадкових величин. Види законів розподілу. Нормальний закон розподілу. Оцінки статистичних характеристик випадкової величини. Перевірка статистичних гіпотез.

2.5. Методи дисперсійного аналізу і оцінка якості роботи машин. Суть дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз. Багатофакторний дисперсійний аналіз.

2.6. Методи кореляційного і регресійного аналізу. Поняття кореляції і регресії. Коефіцієнт кореляції, його аналіз. Завдання і порядок проведення регресійного аналізу. Коефіцієнт множинної кореляції. Коваріація.

2.7. Моделювання. Математичні моделі. Фізичні моделі. Теореми подібності. Критерії подібності.

### **3. СКЛАДОВІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЇ**

#### **3.1. Загальна мікробіологія**

Становлення та розвиток мікробіології. Морфологічний та еколого-фізіологічний період розвитку мікробіології. Відкриття Луї Пастера і Роберта Коха. Внесок у розвиток мікробіології вітчизняних вчених. Розвиток мікробіології у ХХ ст. Класифікація живих організмів. Загальні властивості мікроорганізмів

Прокаріоти та еукаріоти. Морфологія і розмноження прокаріот та еукаріот. Будова клітини та функції клітинних структур. Морфологічні, хімічні та фізіологічні ознаки грамнегативних і грампозитивних бактерій. Відмінності прокаріот та еукаріот. Відмінності архей від бактерій.

Ріст і живлення мікроорганізмів. Дія на мікроорганізми зовнішніх факторів. Адаптивні реакції мікроорганізмів на стресові дії. Живлення мікроорганізмів. Фізіологія росту.

Систематика прокаріот. Принципи класифікації бактерій. Концепція виду в бактеріології. Історичні аспекти систематики бактерій. Сучасні напрями у систематиці бактерій.

Систематика грибів. Класифікація грибів 70–80-х років ХХ ст. Класифікація грибів 90-х років ХХ ст. Філогенетична систематика грибів. Систематика дріжджів.

Біосинтетичні процеси у мікроорганізмів. Біосинтез амінокислот, нуклеотидів, фосфорильованих вуглеводів і ліпідів.

Типи бродіння. Загальна характеристика процесу бродіння. Спиртове,

молочнокисле, пропіоновокисле, мурашинокисле, маслянокисле та ацетонобутилове бродіння.

Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання). Нітратне і сульфатне дихання. Утворення метану за відновлення карбонату. Ацетогенез. Залізне та марганцеве дихання. Відновлювальне дехлорування.

Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії. Загальна характеристика хемолітотрофів. Окиснення аміаку та нітриту (нітрифікація). Окиснення відновлених сполук сірки і молекулярного водню. Окиснення двовалентного заліза і марганцю. Залізобактерії. Карбоксидобактерії. Фіксація CO<sub>2</sub>.

Фіксація молекулярного азоту та фотосинтез. Фіксація азоту симбіотичними (бульбочковими) бактеріями. Вільно існуючі та асоціативні діазотрофи. Характеристика пурпурових і зелених бактерій. Ціанобактерії. Окиснений та аноксигений фотосинтез.

Мікроорганізми і навколишнє середовище. Мікроорганізми як об'єкти біотехнології. Участь мікроорганізмів у кругообігу речовин у природі. Екологія мікроорганізмів (основні поняття). Типи взаємовідносин між організмами в природі. Класифікація продуктів мікробного синтезу. Препарати на основі біомаси. Практично цінні продукти метаболізму мікроорганізмів (первинні і вторинні метаболіти). Продукти бродіння. Ферменти.

### **3.2. Загальна біотехнологія**

Основні біотехнологічні терміни. Природа та різноманітність біотехнологічних процесів. Перспективи розвитку біотехнології.

Сировина для біотехнологічних процесів. Традиційні джерела вуглецю. Джерела азотного живлення. Джерела ростових факторів.

Узагальнена схема біотехнологічних процесів. Передферментаційні процеси. Підготовка поживного середовища, апаратури та комунікацій. Способи зберігання та підготовка біологічного агента. Підготовка аераційного повітря.

Процеси виробничого біосинтезу. Способи культивування біологічних агентів. Продукенти і їх селекція. Традиційні способи збільшення продуктивності штамів.

Основні процеси очищення та концентрування продуктів біотехнології. Вибір способу виділення і очищення цільового продукту.

Біотехнологія і харчова промисловість. Спиртове виробництво. Виробництво пива. Виноробство. Хлібопечення. Молочні продукти. Білкові продукти. Харчові добавки. Вітаміни.

Біотехнологія та медицина. Отримання антибіотиків, гормонів, моноклональних антитіл, імунногенних препаратів і вакцин. Основні типи

вакцинних препаратів. Вимоги до них.

Хімічна біотехнологія. Виробництво органічних кислот, розчинників, амінокислот, антибіотиків, ферментів, стероїдів.

Сільськогосподарська біотехнологія. Кормовий білок. Бобові культури і фіксація азоту при симбіозі. Одержання бактерійних добрив та засобів захисту рослин і тварин.

Переробка відходів сільського господарства. Трансгенні рослини та тварини.

Навколишнє середовище та біотехнологія. Біологічна переробка промислових відходів. Біологічне очищення стічних вод. Анаеробне очищення стоків. Анаеробне очищення стічних вод та утилізація осадів. Анаеробно-аеробне очищення стічних вод. Біодеградація ксенобіотиків у навколишньому середовищі. Біоконверсія енергії. Біопаливо.

### **3.3. Молекулярна біотехнологія**

Предмет молекулярної біотехнології. Виникнення та історія розвитку молекулярної біотехнології. Зв'язок молекулярної біотехнології з біологічними дисциплінами і її практичне застосування. Характеристика об'єктів молекулярної біотехнології: прокаріоти (*Escherichia coli*), еукаріоти (*Saccharomyces cerevisiae*), культури еукаріотичних клітин (яєчник китайського хом'ячка (СНО), клітини комах тощо). Перспективи молекулярної біотехнології.

Молекулярні механізми біосинтезу білка. ДНК, РНК і синтез білка у клітині. Регуляція транскрипції у про- та еукаріот. Ферменти генної інженерії: рестриктази, лігази, нуклеази, полімерази, зворотня транскриптаза, їх характеристика та функції.

Шляхи отримання цільового гену. Виділення гену з геномної ДНК. Хіміко-ферментативний синтез генів. Отримання гену на основі іРНК. Застосування методу полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).

Отримання рекомбінантних ДНК. Поняття генетичного вектора. Основні типи генетичних векторів: плазмідні, фагові вектори, вектори-транспозони, гібридні вектори – фагміди, косміди, фазміди. Методи конструювання рекомбінантних ДНК: коннекторний метод, рестриктазно-лігазний метод.

Способи введення рекомбінантних ДНК у реципієнтні клітини. Генетична трансформація про- та еукаріот: трансформація, трансфекція, кон'югація, трансдукція, електропорація, біобалістика, мікроін'єкція.

Скринінг та селекція клітин, що експресують цільовий ген. Фенотипова селекція, гібридизація нуклеїнових кислот *in situ*, функціональна комплементация, радіоімуноаналіз білків *in situ*.

Мікробіологічне виробництво рекомбінантних лікарських засобів.

Отримання рекомбінантного людського інтерферону та соматотропіну.

Отримання рекомбінантних антибіотиків.

Моноклональні антитіла як лікарські засоби. Структура і функції антитіл. Моноклональні антитіла людини. Гібридні моноклональні антитіла. Виробництво антитіл за допомогою *E. coli*.

Виробництво вакцин. Субодиночні вакцини: протигерпетичні вакцини, протиящурні вакцини, протитуберкульозні вакцини, пептидні вакцини, генна імунізація. Атенуйовані вакцини: протихолерні вакцини, протисальмонельозні вакцини. «Векторні» вакцини: противірусні вакцини, протибактеріальні вакцини.

Бактерії як системи доставки антигенів. Поверхневі антигени бактерій. Шляхи створення вакцин з використанням бактерій як систем доставки антигенів.

### **3.4. Природознавча мікробіологія**

Область природознавчої мікробіології. Системний аналіз і біологія. Зв'язок природознавчої мікробіології із загальною мікробіологією та іншими біологічними науками. Екосистема. Географічне середовище. Система біогеохімічних циклів. Прокаріотна клітина як система.

Екофізіологічні групи організмів. Фізіологічні групи за фізичними і фізико-хімічними факторами середовища існування, фізіологічні групи організмів за місцем існування, групи організмів за використовуваними субстратами.

Трофічна структура мікробної спільноти. Мікробна спільнота як система. Кооперативні взаємодії (загальна схема трофічних взаємовідносин у спільноті, первинна продукція, деструкція, взаємодія гідролітиків і дисипотрофів, первинні і вторинні анаероби, міжвидове перенесення водню і синтрофія, ацетатний шлях і ацетогенез, фізична кооперація у спільноті – фізична взаємодія у біоплівці; правило мінімальної дифузійної відстані; мікрозональний розвиток мікроорганізмів; роль глікокаліксу для кооперації організмів).

Конкуренція у спільноті. Конкуренція за екологічну нішу і кінетика росту. Життєві стратегії. Конкуренція між групами у спільноті. Оліготрофія: життя в розбавлених, бідних на поживні речовини середовищах. Фізіологічний стан гетеротрофних клітин в умовах обмежених концентрацій джерела вуглецю/енергії. Змішані субстрати та їх переваги. Базові стратегії росту на суміші субстратів. Поліпшення кінетичних характеристик і конкурентна перевага. Набуття метаболічної та фізіологічної пластичності (гнучкості)

Мікробні спільноти як система. Метаногенна, сульфیدогенна, аноксигенна фототрофна спільнота, бактеріальний окисний фільтр і газотрофи, водневі бактерії, карбоксидобактерії, леткі вуглеводні та окисний бактеріальний фільтр,

парниковий ефект і мікроорганізми, потенційно можливі способи зниження концентрації вуглекислого газу в атмосфері (захоронення вуглекислого газу, підвищення ефективності використання органічного палива, безвуглекислотна енергетика, сонячна енергетика і енергетичне використання біомаси аеробна спільнота, універсальність трофічних зв'язків у спільноті, спільнота і філогенія.

Метагеномний аналіз довкілля. Геноміка і метагеноміка. Системна біологія (бази даних). Синтетична біологія. Етапи розвитку метагеномних досліджень. Метагеномні проекти на основі "shotgun"-сиквенування мікробних спільнот. Пошук генів у довкіллі для біотехнологічної і фармацевтичної галузі.

#### **4. РОСЛИНА ЯК ОБ'ЄКТ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

4.1. Основні положення клітинної теорії. Загальна характеристика прокаріотичної та еукаріотичної клітин. Будова і функції цитоплазматичної мембрани, клітинного ядра, мітохондрій, лізосом, ендоплазматичного ретикулуму. Життєвий цикл клітини. Біологічне значення життєвого циклу. Характеристика основних форм розмноження у одно- і багатоклітинних організмів. Основні закони класичної генетики. Спадковість і мінливість. Види мінливості. Класичні і сучасні методи селекції. Тканини рослин, їх загальна характеристика. Характеристика вегетативних органів рослин. Екологічні групи рослин по відношенню до абіотичних умов навколишнього середовища. Загальна характеристика найпростіших – будова та особливості життєдіяльності.

4.2. Фотосинтез - унікальний біологічний процес. Біосферна роль зелених рослин. Розвиток вчення про фотосинтез. Загальне рівняння фотосинтезу, його компоненти. Роль фотосинтезу в процесах енергетичного й пластичного обміну рослинного організму. Структурна організація фотосинтетичного апарату. Будова листка як органа фотосинтезу, зміни в онтогенезі. Ультраструктура хлоропластів (подвійна мембрана, строма, тілакоїди, грани). Еволюція структури фотосинтетичного апарату.

4.3. Живлення рослин – кореневе і повітряне. Розвиток уявлень про кореневе живлення рослин. Основні закономірності поглинання речовин із ґрунту. Ґрунт як джерело мінеральних елементів. Структура ґрунтового поглинаючого комплексу (ГПК). Механізми та етапи поглинання іонів. Процеси дифузії і адсорбції як, перший етап поглинання іонів. Поняття «уявного вільного простору» (УВП). Роль клітинних стінок у процесах адсорбції мінеральних речовин. Транспорт іонів через плазматичну мембрану. Види мембранного транспорту: пасивний перенос і активний транспорт іонів (первинно- та вторинно-активний транспорт). Транспортні АТФ-ази. Функції  $H^+$ -помп у рослинній клітині. Іонні канали рослин. Портерні системи (симпорт,

антипорт, уніпорт). Транспорт елементів мінерального живлення. Внутрішньоклітинний, ближній і дальній, механізми і регуляція. Вміст мінеральних елементів у рослині. Макро-, і мікроелементи. Фізіологічна роль окремих елементів. Азот і його значення в житті рослини. Круговорот азоту в природі. Біологічна азотфіксація. Мінеральні форми азоту, що використовують рослини. Поглинання, асиміляція і метаболізація нітратів. Ферментні системи, біохімічні шляхи відновлення нітратів, етапи та регуляція редукції нітратів. Фізіологічна роль фосфору. Особливості фосфорного живлення рослин, поглинання, транспорт і метаболізм фосфору в рослині. Фізіологічна роль сірки. Поглинання, транспорт і асиміляція сульфату. Фізіологічна роль кальцію. Кальцій і системи внутрішньоклітинної сигналізації. Фізіологічна роль калію. Поглинання, транспорт, роль, дефіцит калію в рослині. Мікроелементи. Фізіологічна роль заліза, міді, марганцю, молібдену, цинку, бору та ін. Metali як компоненти простетичних груп і як активатори ферментних систем. Участь мікроелементів у формуванні і функціонуванні електрон-транспортних ланцюгів фотосинтезу та дихання, у ростових процесах, в азотному і вуглеводному обміні і т.д. Виділення речовин кореневою системою рослин. Механізми виділення і види спеціалізованих секреторних структур. Мінеральне живлення – фактор продуктивності рослин і якості врожаю. Фізіологічні основи застосування добрив.

## **5. ЕКОЛОГІЯ**

**5.1. Інженерний захист навколишнього середовища.** Новітні напрями прикладної екології. Світова екологічна криза. Екологічні проблеми сучасності. Склад, будова та екологічне значення геосфер. Ноосфера. Біосфера Землі. Особливості та основні функції живої речовини. Поняття екосистема, біотоп, біоценоз, біогеоценоз, сукцесії. Трофічні ланцюги (мережі). Правило екологічної піраміди. Ефект концентрування ксенобіотиків у трофічних ланцюгах. Екологічні фактори, їх характерні ознаки та класифікація. Екологічна валентність. Колообіг енергії та речовини в природі. Закон біогенної міграції атомів. Закон внутрішньої динамічної рівноваги. Закони Лібиха, Шелфорда. Антропогенний ресурсний цикл. Безвідходні та маловідходні технології. Рекуперація і утилізація відходів та комплексна переробка сировини. Перспективні напрями раціонального природокористування. Природні та антропогенні забруднення біосфери. Екологічна безпека атмосфери. Нормування якості повітря. Трансформація забруднень в атмосфері. Глобальні екологічні наслідки забруднення атмосфери. Способи очищення викидів. Екологічна безпека гідросфери. Нормативні



вимоги до якості води. Основні способи очищення стоків. Біотехнологічний процес та екологічна безпека агробіосфери.

## **5.2. Моніторинг довкілля**

Види постів, програми і терміни спостережень за забрудненням атмосферного повітря. Фоновий моніторинг, його роль в оцінюванні та прогнозуванні глобального стану атмосфери. Принципи організації спостереження і контролювання якості поверхневих вод. Організація моніторингу забруднення ґрунтів важкими металами. Оцінка забруднення навколишнього середовища за допомогою біологічних об'єктів.

## **5.3. Екологія міських та промислових систем**

Вплив транспорту на довкілля. Вплив хімічної промисловості на стан навколишнього середовища. Вплив електроенергетики на стан довкілля. Вплив видобувної та паливної промисловості на стан довкілля. Вплив сільського господарства на навколишнє середовище. Вплив житлово-комунального господарства на довкілля. Водопостачання та водовідведення міст. Ресурсоспоживання та енергоспоживання міста. Функціональне зонування та благоустрій міської території. Способи захисту міських територій від небезпечних геологічних процесів та техногенних катастроф. Захист міських територій від небезпечних фізичних впливів.

## **6. ФІЗИЧНІ ЯВИЩА ТА ПРОЦЕСИ У БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА КОМПЛЕКСАХ**

Фізичні величини, які характеризують параметри технологічних процесів та явищ. Фізичні явища, що покладені в основу отримання біологічноактивних речовин та агентів. Фізичні величини, які описують технологічні системи та комплекси. Фізичні величини, які характеризують зовнішні чинники впливу на біологічні системи (абіотичні чинники). Основні методи та засоби вимірювання параметрів і характеристик, що визначають динамічні параметри біологічних систем.

## **7. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ**

7.1. Застосування міні- та мікро- електронно-обчислювальних засобів і мікропроцесорного обладнання в біотехнологічних комплексах. Сучасні

системи автоматизованого проектування біотехнологічних комплексів та систем (далі – САПР).

7.2. Процес проектування в САПР. Види проектування.

7.3. Постановка задач оптимального проектування в САПР. Проектні параметри. Обмеження. Простір проектування. Цільова функція. Критерії оптимізації.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

2. Адаменко М. І. Основи наукових досліджень / М. І. Адаменко, М. В. Бейлін. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 188 с.

3. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень: підруч. Для бакалаврів, магістрів і аспірантів екон. спец. ВНЗ – К. : АБУ, 2002. – 480 с.

4. Бобилев В. П., Іванов І. І., Пройдак Ю. С. Методологія та організація наукових досліджень: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2008. – 264 с.

5. Загальна хімія: підруч. / В.В. Григор'єва, В.М. Самійленко, А.М. Сич, Голуб О.А. – К.: «Вища школа», 2009. – 470 с.

6. Загальна та неорганічна хімії: підруч./ О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В. М. Ледовських, С. В. Іванов. – К.: Пед. преса, 2000, 2002. – Ч.1 – 520с., Ч.2 – 784с.

7. Неділько, С.А. Загальна і неорганічна хімія: задачі та вправи : навч. посібник. / С.А. Неділько, П.П. Попель. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.

8. Бобрівник, Л.Д. Органічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Д. Бобрівник, В.М. Руденко, Г.О. Лезенко. – К., Ірпінь: ВТО «Перун», 2005. – 544 с.

9. Генетика: підруч. / А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир'яченко та ін. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 320 с.

10. Ігнатова О.А., Скроцька О.І. Генетика (частина 1. Загальна та молекулярна генетика): Конспект лекцій для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навчання. – К.: НУХТ, 2009 – 83 с.

11. Мікробіологія харчових виробництв. / Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 464 с.

12. Гаркава К.Г., Косоголова Л.О., Карпов О.В., Ястремська Л.С. Біотехнологія. Вступ до фаху: навч. посіб. – К.: НАУ, 2012. – 296 с.

13. Мартиненко О.І. Методи молекулярної біотехнології: Лабораторний практикум / За наук. ред. чл.-кор. НАН України, проф. Д.М. Говоруна. — К.: Академперіодика, 2010. — 232 с.
14. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: Підручник. — К.: НУХТ, 2009. — 336 с.
15. Харчова біотехнологія: підручник / Т.П. Пирог, М.М. Антонюк, О.І. Скроцька, Н.Ф. Кігель. — К.: Вид. Ліра-К, 2016. — 426 с.
16. Буценко Л.М., Пирог Т.П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник — К.: Видавництво Ліра, 2018. — 346 с.
17. Красінько В.О., Волошина І.М., Лич І.В., Ігнатенко С.В.. Біологія клітини: Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2016. — 300 с.
18. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підруч. — 2-е вид., доп і перероб. — К.: НУХТ, 2010. — 632 с.
19. Пирог, Т.П. Природознавча мікробіологія: курс лекцій. — К.: НУХТ. — 2014. — 131 с.
20. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. - Київ: Либідь, 2005. - 808 с.
21. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. — К.: Лібра, 2006. — 368 с.
22. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. — К.: Вища шк., 2010. — 403 с.
23. Гумницький, Я.М. Інженерна екологія: навч. посіб. / Я.М. Гумницький, І.М. Петрушка. — Львів: Львівська політехніка, 2015. — 260 с.
24. Жигуц, Ю.Ю. Інженерна екологія / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. — К.: Кондор, 2012. — 170 с.
25. Клименко М.О., Кнорр Н.В., Пилипенко Ю.В. Моніторинг довкілля: Практикум. — К.: Кондор, 2010. — 286 с.
26. Клименко М.О., Прищепка А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
27. Моніторинг довкілля / Запольський А.К., Войцицький А.П., Пількевич І.А. та ін. — Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006». — 408 с.
28. Полстасва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього середовища. — К.: КНТ, 2007. — 172 с.
29. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища. — Івано-Франківськ, 2004. — 356 с.
30. Клименко Л.П. Техноекологія. — Сімферополь: Таврія, 2000. — 542 с.
31. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія. — К.: ВЦ «Академія», 2011. — 256 с.
32. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Мороз О.С. Екологія міських систем. — Херсон: Олді-плюс, 2010. — 294 с.