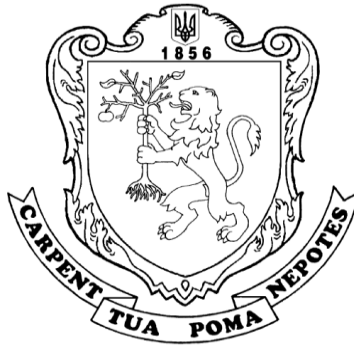


Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології



СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ»

для студентів, що навчаються за **ОПП «Екологія»**
за першим (бакалаврським) рівнем освіти
за спеціальністю 101 Екологія
галузі знань 10 Природничі науки

Львів 2023

АНОТАЦІЯ КУРСУ

У межах зазначеного курсу «Біотехнології в екології» здобувачі вищої освіти формують інтегральну, загальні та спеціальні (фахові) компетентності, а саме опановують загальні та спеціальні відомості про закономірності біотехнологічних процесів, типових задач та методів вирішення проблем навколишнього середовища, включаючи знешкодження забруднень та переробку вторинної сировини.

Дисципліна «Біотехнології в екології» дозволяє здобувачам вищої освіти отримати відповідні знання щодо вирішення завдань охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування шляхом промислового застосування біологічних об'єктів і біологічних процесів, що потребують нових альтернативних підходів, технологій, які були б безпечними для навколишнього середовища та здоров'я людей. Методи екологічної біотехнології можуть забезпечувати більш ефективне в порівнянні з традиційними підходами знешкодження різноманітних токсичних відходів; необхідність екологізації антропогенної діяльності та впровадження елементів «більш чистого виробництва» в Україні для забезпечення якісного екологічно безпечного навколишнього середовища в умовах сталого розвитку.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Теоретичні основи біотехнології.
2. Використання біотехнологічних методів в промисловості та для очищення навколишнього середовища.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни «Біотехнології в екології» є отримання студентами фундаментальних знань і сучасних уявлень про основи дослідження та розробки сучасних біотехнологічних методів охорони навколишнього середовища.

Дисципліна сприяє формуванню у майбутніх фахівців теоретичних знань, умінь та практичних навичок у галузі одержання інформації щодо новітніх напрямів біотехнології в екології – біоенергетики, біосенсорних методів аналізу, біоочищення стічних вод, отримання біопрепаратів і біодобрих, методів керування процесом забруднення довкілля ксенобіотиками, поточного стану різних компонентів довкілля (поверхневих і підземних вод, вод морів та океанів, атмосферного повітря, фунтів), оцінки рівнів шкідливого впливу на них антропогенних навантажень, прогнозування змін стану довкілля спрямованих на засвоєння основних сучасних концепцій здійснення моніторинг навколишнього природного середовища на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для проведення природоохоронних.

Основними завданнями вивчення дисципліни є набуття здобувачами вищої освіти наступних компетентностей:

К01. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов.

К01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

К14. Здатність використовувати базові знання фундаментальних розділів біології, хімії та біогеохімії в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використання в обраній професії; для дослідження стану довкілля і можливих перетворень забруднюючих речовин в природному середовищі.

К15. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

К16. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

К17. Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.

Програмні результати навчання:

ПР02. Формулювати основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природо користування.

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни (зміст)

РОЗДІЛ 1.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Біотехнології в екології».

Тема 2. Біоб'єкти-продуценти, їх характеристика.

Тема 3. Біотестування і біоіндикація навколишнього середовища.

Тема 4. Біотехнологічні аналітичні системи.

Тема 5. Промислове використання біотехнології в природоохоронній діяльності.

Тема 6. Біотехнології мікробіологічного анаеробне перетворення органічної речовини.

РОЗДІЛ 2.

Тема 1. Технологічні основи виробництва біопалива.

Тема 2. Біотехнологічні методи переробки мінеральної сировини.

Тема 3. Біотехнології в агропромисловому комплексі.

Тема 4. Біотехнологічна трансформація промислових відходів.

Тема 5. Біотехнологія захисту навколишнього середовища від шкідливих ксенобіотиків.

Тема 6. Інноваційні біотехнології в екології.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, семінарські заняття, консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні семінарських занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах або дискусія.

Здобувачі вищої освіти працюють з друкованим інформативним матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують усні та письмові завдання (контрольні питання або тести), виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проекти. Програмою передбачено такі проекти для формування професійної компетентності: виступ за темою індивідуального науково-дослідного завдання (або з темою самостійного вивчення дисципліни) та виступ-інформування за темами семінарських занять (у вигляді презентації або реферату).

ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ»

№ з/п	Тема, питання що вивчаються
	РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи біотехнології
1.	ТЕМА 1 ВСТУП ДО ДИСЦИПЛІНИ «БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ». Визначення, предмет, методи й завдання біотехнології. Історичний огляд становлення біотехнології. Зв'язок біотехнології з виробничими галузями. Пріоритетні напрями екологічної біотехнології. Екологічні аспекти використання генетично модифікованої продукції. Відходи хімічних, мікробіологічних, нафтохімічних і ін. виробництв як субстрати для процесів екологічної біотехнології. Нормативна база екологічної безпеки біотехнологічних виробництв.
2.	ТЕМА 2 БІООБ'ЄКТИ-ПРОДУЦЕНТИ, ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА. Загальна характеристика біооб'єктів-продуцентів. Особливості структури еукаріотів та їх роль у біотехнології. Різноманітність прокаріотичних організмів для використання в біотехнології. Еукаріотичні організми в біотехнологічному виробництві. Методи підвищення продуктивності біооб'єктів.
3	ТЕМА 3 БІОТЕСТУВАННЯ І БІОІНДИКАЦІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. Біоіндикація як метод екологічного дослідження. Фітоіндикація як наукова екологічна проблема. Екологічні основи біоіндикації. Фітоіндикація: основні діагностичні характеристики та підходи. Фітоіндикація антропогенних впливів за морфологічними змінами рослин. Адаптація рослин до умов техногенно забрудненого середовища. Фітоіндикація, її роль в оцінці довкілля. Ліхеноіндикація.
4.	ТЕМА 4 БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ. Характеристика біосенсорів. Біосенсори, що працюють на основі ферментів. Клітинні біосенсори.
5.	ТЕМА 5 ПРОМИСЛОВЕ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ В ПРИРОДООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ. Біоочищення стічних вод. Особливості складових компонентів стічних вод гірничодобувних підприємств. Основні показники процесу біохімічного очищення стічних вод. Методи біохімічного очищення стічних вод. Методи аеробного очищення. Методи анаеробного очищення. Методи фільтрації з використанням іммобілізованих систем. Біотехнологія отримання енергоносіїв із фітомаси.
6	ТЕМА 6 БІОТЕХНОЛОГІЇ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО АНАЕРОБНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ. Отримання біогазу. Анаеробне перетворення органічної речовини на біогаз. Метаногенез. Біотехнологія альтернативних видів палива – біогазу. Технологічні фактори метаногенезу. Чинники якості біогазу. Методи отримання біогазу. Перспективи використання біогазових установок.
7	РОЗДІЛ 2. Використання біотехнологічних методів в промисловості та для очищення навколишнього середовища.
7	ТЕМА 7 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА. Біотехнологія виробництва біоетанолу та біодизельного палива. Виробництво біопалива та перспективи його використання в Україні. Екологічні аспекти застосування біоетанолу та біодизельного палива.
8	ТЕМА 8 БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ. Біотехнологічний процес добування металів із руд. Біохімічні особливості бактеріального вилуговування металів. Біотехнологічні методи добування металів із мінеральної сировини. Екологічні переваги використання методів бактеріального добування металів із поліметалевих руд.

9	ТЕМА 9 БІОТЕХНОЛОГІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ. Біотехнологічні методи виробництва препаратів, альтернативних хімічним пестицидам. Біотехнологія препаратів – фіксаторів поживних елементів рослин. Біотехнологія виробництва рослинних кормів.
10	ТЕМА 10 БІОТЕХНОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ. Основи компостування відходів органічного походження. Роль біотехнології в регулюванні родючості ґрунтів. Застосування біотехнології вермикомпостування з метою поліпшення гумусного стану ґрунтів. Агрохімічні показники біогумусу. Мікробіологічні показники біогумусу . Гумус. Біогумус. Біотехнологія утилізації відходів тваринництва. Промислова біопереробка відходів птахівництва методом вермикомпостування на відкритих майданчиках. Основа органічного землеробства – вермикомпостування. Вермикомпостування.
11	ТЕМА 11 БІОТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШКІДЛИВИХ КСЕНОБІОТИКІВ. Основні методи біоочищення довкілля від забруднень. Особливості й принципи використання біометодів для захисту будівельних матеріалів. Очищення довкілля від радіоактивного забруднення. ФітореMediaція. БіореMediaція ґрунтів. Основні причини забруднення навколишнього середовища. Наслідки діяльності людини. Види та фітореMediaції. Методи деградації забруднювачів у ґрунтах та використання мікроорганізмів.
12	ТЕМА 12 ІННОВАЦІЙНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ. Біонанотехнології як фундамент екологічних нанотехнологій. Наночастинки та їх застосування у реMediaції навколишнього середовища. Біорозкладаючі полімерні матеріали – екологічна альтернатива синтетичним полімерним матеріалам. Біобезпека застосування біотехнологій.

ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ»

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття
1.	Основні методи біотехнології. Техніка безпеки при роботі з хімічними реактивами і біотехнологічним обладнанням
2.	Організація біотехнологічної лабораторії
3	Біотестування фітотоксичності речовин
4.	Біологічне видалення азоту з осаду стічних вод
5.	Молочнокисле бродіння та його використання в екобіотехнологіях
6	Спиртове бродіння та його використання в екобіотехнологіях
7	Ефективність перетворення біопалива в теплову або електричну енергію.
8	Визначення вмісту заліза у воді методом фотометрії
9	Приготування субстратів для вермикомпостування
10	Вивчення методів очищення поверхні водоймищ від нафти і нафтопродуктів
11	Розрахунок полів фільтрації, полів зрошення
12	Визначення фітотоксичності важких металів на прикладі насіння зернових культур

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назва теми
1	Моніторинг стану природних об'єктів.
2	Біологічне очищення стічних вод.
3	Біогеотехнологія металів
4	Біотестування і біоіндикація навколишнього середовища.
5	Отримання біогазу.
6	Біологічне очищення газоповітряних викидів.
7	Очищення довкілля від радіоактивного забруднення. ФітореMediaція. БіореMediaція ґрунтів.
8	Очищення забруднених середовищ від нафти і нафтопродуктів.
9	Моделювання процесу на прикладі екосистеми життєзабезпечення людини. Використання компосту.
10	Теоретичні основи біореMediaційних робіт, зв'язок переносу біогених елементів, їх рециркуляції з деструкцією забруднюючих середовище органічних речовин.
11	Вермикомпостування й підтримка чисельності популяції червоного каліфорнійського черв'яка в маточнику.
12	Види біореMediaції ґрунтів.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

- 1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).*
- 2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – розв'язування задач і прикладів, підготовка рефератів, презентацій, контрольні роботи (з конкретних питань тощо) або тести*
- 3. Практична перевірка – аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань з проектування технологічних методів захисту.*

Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

В умовах дистанційного навчання поточний і підсумковий контроль здійснюється з використанням інтернет-технологій різними шляхами комунікацій (зокрема, Zoom, Google Meet, Skype, Moodle).

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект а з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований практичний матеріал (захист роботи або контрольна чи тестові завдання)) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів - 5 за одну тему, але не більше 10 б. за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: “відмінно” – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “добре” – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “задовільно” – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок або недоліків у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно. “незадовільно” – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ З ДИСЦИПЛІНИ «БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЇ»

1. Біотестування токсичності довкілля.
2. Екобіотехнологія для відновлення екосистеми.
3. Система біотехнологічних методів захисту довкілля.
4. Напрями екобіотехнозахисту довкілля.
5. Біодоступність та шляхи біодеградації ксенобіотиків.
6. Мікробні деструктори ксенобіотиків.
7. Біодеградація вуглеводнів нафтових забруднень.
8. Біодеградація синтетичних поверхнево-активних речовин.
9. Біорозклад поліциклічних ароматичних вуглеводнів.
10. Біотрансформація важких металів.
11. Біотрансформація ксенобіотиків водоростями та рослинами.
12. Критерії якості атмосферного повітря
13. Які чинники впливають на розсіювання викидів в атмосфері?
14. Як класифікують стічні води та види їх забруднень?
15. Як розраховують необхідну ступінь очищення стічних вод?
16. Методологія оцінки екотоксикологічної обстановки
17. Стандарти безпеки забруднюючих речовин за нормативами України і США
18. Гранично допустимі скиди і гранично допустимі викиди.
19. Основні етапи реалізації основних напрямів державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.
20. Управління екологічним ризиком
21. Основні показники нормування забруднення вод.
22. Прогнозування масштаби забруднення небезпечними хімічними речовинами при аваріях на хімічно небезпечних об’єктах і транспорті.
23. Визначення гострої екологічної токсичності
24. Визначення хронічної токсичності
25. З’ясування характеру кумулятивної дії
26. Екотоксичні механізми захисту різних типів клітин організмів.

27. Екстраполяція показників екотоксичності
28. Антропогенне навантаження на навколишнє середовище
29. Характеристика джерел антропогенного надходження токсикантів в навколишнє середовище.
30. Важкі метали і радіонукліди
31. Поліциклічні ароматичні вуглеводні
32. Екологічні фактори ризику розвитку ракових захворювань людини
33. Функції рибонуклеїнових кислот в клітині.
34. Характеристика РНК.
35. Ферменти – біологічні каталізатори хімічних процесів у клітині.
36. Структурні компоненти нуклеїнових кислот.
37. Класифікація ферментів.
38. Будова нуклеозидів і нуклеотидів.
39. Основні положення механізму дії ферментів.
40. Активний центр ферментів. Специфічність дії ферментів.
41. Фактори регуляції активності ферментів.
42. Методи дослідження біомолекул.
43. Основні положення механізму дії ферментів.
44. Сучасні проблеми розвитку біотехнологій.
45. Хімічні засоби захисту у грибів.
46. Хімічні засоби захисту у водоростей.
47. Поняття про алелопатію як взаємодію вищих рослин на молекулярному рівні.
48. Речовини, які містяться в поживних залишках, їх вплив на ріст і розвиток рослин.
49. Міжвидові і внутрішньовидові взаємодії тварин.
50. Екологічні регулятори харчової поведінки тварин-фітофагів.
51. Хімічні засоби захисту рослин від тварин-фітофагів.
52. Загальна характеристика рослинних токсинів, їх класифікація.
53. Глікозиди. Алкалоїди. Фагодетеренти.
54. Харчові атрактанти.
55. Класифікація рослинних токсинів.
56. Азотовмісні токсини і токсини, що не містять азоту.
57. Токсичність ґрунту щодо рослин.
58. Вплив важких металів і селену на організм рослин.
59. Механізми детоксикації чужорідних сполук в організмі рослин (детоксикація фенолів, системних фунгіцидів, гербіцидів).
60. Забруднення навколишнього середовища речовинами антропогенного походження. Поняття про ксенобіотики.
61. Шляхи надходження чужорідних сполук та виведення їх з організму людини.
62. Метаболізм і біотрансформація ксенобіотиків в довкіллі.
63. Механізми токсичності і детоксикації ксенобіотиків в організмі людини .
64. Механізми рецепції ксенобіотиків.
65. Токсичність ксенобіотиків щодо органів-мішеней. Нейротоксичність ксенобіотиків.
66. Вплив ксенобіотиків на імунну систему.
67. Викликаний ксенобіотиками мутагенез і канцерогенез.
68. Шляхи деградації твердих відходів .
69. Утилізація відходів на звалищах.
70. Біологічна система біодеградації відходів на звалищах.
71. Утилізація та знезараження мулу зі станцій біоочищення.
72. Типи мулу станцій біоочищення стоків та їх біомодифікація.
73. Біоутилізація біополімерів зеленої біомаси .
74. Біоутилізація твердих лігноцелюлозних відходів компостуванням .
75. Параметри біотехнології компостування твердих відходів

76. Біосистеми компостування.
77. Мікробні кормові білки.
78. Білкова біомаса аквакультури.
79. Біопестициди – екобіотехнологічна альтернатива.
80. Бактерійні пестициди.
81. Грибні пестициди
82. Біодобрива – екобіотехнологічна альтернатива збагачення ґрунтів.
83. Біодобрива на основі азотфіксувальних мікроорганізмів.
84. Система біоочищення стічних вод.
85. Процеси в екосистемах споруд біоочищення.
86. Типи біосистем споруд очищення стоків.
87. Біоценоз активного мулу.
88. Біоценоз анаеробного активного мулу.
89. Високотехнологічні схеми біоочищення стічних вод.
90. Імобілізовані біосистеми в системі очищення.
91. Адаптація мікроорганізмів до токсинів та інгібіторів.
92. Аеробні системи очищення стічних вод.
93. Система природного біофільтрування.
94. Поля зрошування та поля фільтрації.
95. Біоінженерні споруди типу біоплато.
96. Типи та схеми біологічних ставків.
97. Типи та схеми систем аерації при біоочищенні.
98. Анаеробні системи очищення стічних вод.
99. Біоочищення стоків у метантенках та анаеробних зброджувачах.
100. Примусове біоочищення у комбінованих біотенках.
101. Перетворення біомаси на паливо.
102. Зниження парникового ефекту при використанні біомаси.
103. Перспективи біоенергії з біомаси.
104. Альтернативність моторного біопалива.
105. Види біопалива.
106. Нормативно-правова база щодо використання біодизеля та біопалив.
107. Тверде біопаливо.
108. Рідке біопаливо.
109. Біоетанол.
110. Екологічність та рентабельність біоетанольного палива.
111. Концепція виробництва біоетанолу в Україні.
112. Технології одержання біоетанолу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова література

1. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник / І.М. Трохимчук, Н.В. Плюта, І.П. Логвиненко, Р.М. Сачук. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.
2. Екологічна біотехнологія: навчальний посібник у двох книгах. Книга I / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 424 с.
3. Екологічна біотехнологія: навчальний посібник у двох книгах. Книга II / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.
4. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С.,

Цехмістренко О.С., Демченко О. А., Мельниченко О. М. Біла Церква. 2022. 273 с.

5. Екологічні біотехнології: теорія і практика: Навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.

Допоміжна література

1. Антоняк Г.Л., Білецька Л.П., Бабич Н.О., Панас Н.Є., Жиліщич Ю.В. Кадмій в організмі людини і тварин. Надходження до клітин і акумуляція. Біологічні студії. 2010. Т. 4, № 2. С. 39-52.
2. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; За заг. ред. В.Г. Герасименка. К.: Інкос, 2006. 647с.
3. Біотехнології в екології: навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д.: Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
4. Біотехнологія а агросфері: Навчальний посібник / М.Д. Мельничук, О.Л. Кляченко. К., 2014. 245 с.
5. Екологічна біотехнологія переробки синьо-зелених водоростей: монографія/ Загірняк М.В. та інш. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2017. 104 с.
6. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності біотехнологія. Гуляєв В.М., Волошин М.Д. Дніпропетровськ. 2006. 126 с.
7. Галяс В.Л., Колотницький А.Г. Біохімічний і біотехнологічний словник. Л.: Оріяна-Нова, 2006. 468 с.
8. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв: навчальний посібник / Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш. Суми: Сумський державний університет, 2018. 293 с.
9. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини. Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. 736 с.
10. Жиліщич Ю.В., Панас Н.Є., Антоняк Г.Л. Профілактика порушення здоров'я сільськогосподарських тварин на забруднених важкими металами територіях. Практичні рекомендації. Львів: Вид-во ЛДАУ, 2011. 44 с.
11. Карпов О.В., Демидов С.В., Кириченко С.С. Клітинна та генна інженерія: підручник. К. : Фітосоціоцентр, 2010. 208 с.
12. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології: теорія і практика: Навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2011. 254 с.
13. Криштоп Є.А. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу “Екологічні біотехнології” для студентів напряму 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” /Є.А. Криштоп / Харків: ХНАУ імені В.В. Докучаєва, 2012. 52 с.
14. Кучеренко М.Е., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 424 с.
15. Снітинський В.В., Антоняк Г.Л., Панас Н.Є. Будова та властивості органічних речовин клітини. Львів, 2001. 88 с.
16. Снітинський В.В., Антоняк Г.Л., Панас Н.Є., Жиліщич Ю.В., Скаб О.Б. Біохімія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи студентів факультету агротехнологій та екології Львів, 2013. 96 с.
17. Онисковець М.Я., Панас Н.Є., Крехтун Б.В. Біохімія. Лабораторний практикум для студентів факультету агротехнологій та екології ОС «Бакалавр» Львівський НАУ, 2018. 80 с.
18. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: підручник. К.: НУХТ, 2009. 336 с.
19. Природні і штучні біоплато: фундаментальні і прикладні аспекти: монографія. В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот, Т.Я. Киризія та ін. К.: Наук. думка, 2012. 110 с.
20. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський та ін. 2-ге вид., виправл. і доповн. К. : Знання, 2012. 430 с.
21. Пузік В.К., Сергеев В.В. Генетична інженерія в біотехнології. Харків, 2004. 174 с.
22. Черниш Є. Ю. Проблематика створення ефективної біотехнологічної системи анаеробної переробки осадів промислових стоків: збірник наукових статей III

Всеукраїнського з'їзду екологів за міжнародної участі (Екологія/Ecology – 2001) / Є.Ю. Черниш, Л. Д. Пляцук. Вінниця : ВНТУ, 2011. Т. 2. С. 49–51.

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС

Курс передбачає роботу в колективі. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект з відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.

Навчально-методичний комплекс з дисципліни в електронному форматі розміщений на сайті віртуального навчального середовища Львівського національного університету природокористування (платформа MOODLE). Посилання на сайт розміщення навчально-методичного комплексу освітнього компоненту <https://moodle.lnup.edu.ua/>