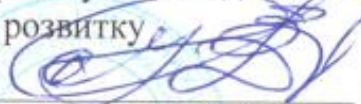


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
роботи та розвитку



С.М. Кваша


«19» 05 2022 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні вченої ради

агробіологічного факультету

Протокол № 3 від «18» 05 2022 р.

Декан факультету  О.Л. Тонха

на засіданні кафедри аналітичної і

біонеорганічної хімії та якості води

Протокол № 11 від «10» 05 2022 р.

Завідувач кафедри  В.А. Копілевич

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«БІОКОНВЕРСІЯ ВІДХОДІВ АГРОВИРОБНИЦТВА»

1. Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий) рівень
2. Галузь знань : 10 Природничі науки
3. Спеціальність: 102 Хімія
4. Освітньо-наукова програма: Хімія
5. Гарант ОНП : Копілевич Володимир Абрамович
6. Розробник: доцент кафедри, кандидат хім. наук Войтенко Л.В.

Київ – 2022

1. Опис навчальної дисципліни

«Біоконверсія відходів агровиробництва»

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	10 Природничі науки	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	102 «Хімія»	
Освітньо-наукова програма	Хімія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Навчальна практика	Не передбачено	
Форма контролю	екзамен	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30	10
Навчальна практика	-	-
Самостійна робота	100	120
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	5

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предмет дисципліни «Біоконверсія відходів агровиробництва» є вивчити теоретичні та практичні основи екологічно безпечних технологій переробки органічних відходів агровиробництв, що базуються та їх аеробній та анаеробній мікробіологічній трансформації; розглянути технологічні прийоми одержання теплової енергії та паливних елементів з органічних відходів різного походження; приклади технологічних схем з організацією матеріальних потоків біокомпостування органічних відходів тваринництва на прикладі пілотної установки, що функціонувала в навчально-дослідному господарстві НУБіП України.

Метою вивчення дисципліни є вивчення біохімічних основ біоконверсії органічних відходів тваринництва та рослинництва, тобто природних процесах, які не потребують значних економічних та енергетичних затрат і, на відмінну від спалювання, не забруднюють навколишнє середовище та продукують корисний, цінний продукт (добриво, кормові добавки, енергоносії); розрахунків матеріальних потоків; організації технологічних процесів біоконверсії для одержання добрив, енергоносіїв; екологічного моніторингу впливу процесів біокомпостування на навколишнє середовище.

Задача дисципліни: розвиток у здобувачів уявлень про основні закономірності біохімічних процесів трансформації біомаси органічних ксенобіотиків при їх мікробіологічній деструкції; розуміння природи сучасних біотехнологій переробки відходів агровиробництва; про організацію моніторингових досліджень забруднення довкілля та ремедіації забруднених територій з використанням біотехнологій.

Обґрунтування **актуальності** мети дисципліни, задач та предмету дисципліни для здобувача у області екологічної безпеки. Відходи виробництва та споживання слід розглядати не тільки як причину забруднення навколишнього середовища та негативного впливу на людину, але і як джерело вторинних матеріальних та енергетичних ресурсів. Масштаби утворення відходів виробництва та споживання дозволяють стверджувати про появу так званої «вторинної геології» - науки про антропогенні ресурси, які є джерелом ресурсів, як одного із напрямів вирішення проблеми звуження сировинної бази, проблеми із високою вартістю мінеральних добрив для сільськогосподарського виробництва. Відомий факт прогресуючого накопичення відходів агровиробництва в Україні, які практично не утилізуються і являються одним із найбільш потужних забруднювачів довкілля. Відомо, що всього кілька відсотків сировини (від 4 до 7%) після добування та ряду операцій переробки доходить до споживача у вигляді готової продукції. Одним із найменш продуктивних галузей є сільськогосподарське виробництво, його коефіцієнт корисної дії оцінюється в 3-6%. У рослинництві цільова біомаса продукції складає 20-30% виробленої. Із цих 30% більше двох третин використовується на корм

тваринам, причому організм їх засвоює лише 10-15% маси корму, з них біля чверті витрачається на забезпечення енергетичних потреб, а решта переходить у екскременти. В цілому, у тваринництві та птахівництві на 1 кг товарної продукції виробляється 10-12 кг продуктів життєдіяльності тварин та птиці, не враховуючи технологічних відходів.

Таким чином, основними дисциплінами, вивчення яких повинно передувати освоєнню даного курсу, є:

- Неорганічна, аналітична, органічна, фізична, колоїдна хімія;
- Біохімія;
- Загальна екологія;
- Екотоксикологія;
- Методологія організації наукових досліджень;
- Природоохоронне законодавство;
- Екологічний моніторинг довкілля;
- Природоохоронний контроль;
- Нормативно-правове регулювання природоохоронної діяльності;
- Професійна екологічна діяльність експерта екологічного контролю.

Освоєння курсу повинно забезпечити розуміння місця відходів агровиробництва як компоненту кругообігу матерії та енергії в агросфері; основи мікробіологічних технологій переробки відходів агровиробництва та кормовий білок та біокомпости; основи біоенергетичного напрямку утилізації (брикетування, одержання синтез-газу; виробництво водню; прямої біоконверсії у теплову енергію; виробництва біодизелю, біоетанолу); технологій вермикомпостування та властивості продуктів та застосування вермикультивування та вермикомпостування; регламентування основних параметрів компостування сільськогосподарських відходів (в т.ч. переробки посліду птиці; анаеробної переробки гною ВРХ), процеси біодеградації ксенобіотиків у складі відходів агровиробництва.

Здобувач повинен освоїти технологічні та нормативні засади використання стічних вод тваринництва та птахівництва для зрошування сільськогосподарських земель.

Опанування цієї дисципліни дає здобувачам освітнього рівня знання про вплив на навколишнє середовище процесів біоконверсії відходів агровиробництва, здатність провести наближену оцінку витрат на організацію мікробіологічної конверсії органічних відходів сільськогосподарського походження (нехарчових), порівнювати ефективність різних схем переробки на біогаз, добрива, кормові добавки тощо.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

- Основні закономірності використання технологій біоконверсії для вирішення екологічних та економічних проблем про поводження з відходами, їх знешкодження та переробку у корисні продукти для народного господарства або біопаливо;

- Принципи класифікації відходів агровиробництва та їх характеристики;
- Механізми протікання основних біологічних, фізико-хімічних процесів при застосуванні біоконверсії при знешкодженні чи для переробки відходів;
- Технологічні особливості біоконверсії при вирішенні проблем екології у сфері аграрного виробництва;
- Шляхи реалізації та запровадження екобіотехнологій знешкодження відходів агровиробництва;
- Обґрунтування вибору технологічної схеми переробки з різновидів існуючих біотехнологій для вирішення конкретної екологічної проблеми;
- Види, типи і властивості сировини та компонентів, які використовуються у процесах біоконверсії, та їхні функції в процесах компостування;
- Особливості тієї чи іншої екологічної біотехнології у процесах переробки відходів.

ВМІТИ:

- Відбирати і аналізувати необхідну інформацію для вирішення проблеми переробки чи знешкодження відходів агровиробництва;
- Формулювати завдання для вирішення конкретної проблеми з переробки чи знешкодження відходів аграрного виробництва, розробляти шляхи їх вирішення на основі існуючих екобіотехнологій;
- Аналізувати процес вирішення екологічної проблеми переробки відходів конкретного аграрного виробника на основі використання мікробіологічної конверсії;
- Проводити аналіз складу та властивостей відходів, важливих для організації біоконверсії (визначати вміст органічного карбону, нітрогену, вміст важких металів тощо) та складу і властивостей готового продукту;
- рекомендувати вибір певного виду мікроорганізмів-деструкторів та додаткових матеріалів (вологопоглиначів, регуляторів кислотності тощо);
- Провести розрахунок матеріального балансу процесу біоконверсії, орієнтовного економічного ефекту її застосування;
- Здійснювати контроль параметрів процесів біоконверсії органічних відходів агровиробництва;
- Оцінювати можливий негативний вплив реалізації технологічної схеми біоконверсії відходів аграрного походження на довкілля (грунтові та поверхневі води, повітря, ґрунти).

Основними компетентностями, якими повинен оволодіти здобувач в результатів вивчення дисципліни є:

Загальні компетентності:

ЗК5. Комплексність та системний підхід до проведення наукових досліджень на рівні доктора філософії.

ЗК8. Комплексність в організації творчої діяльності та процесу проведення наукових досліджень. Здатність організовувати творчу діяльність та процес проведення наукових досліджень.

ЗК9. Здатність оцінювати та забезпечувати високу якість виконаних робіт.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК6. Комплексність у проведенні критичного аналізу різних інформаційних джерел, авторських методик, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі хімії, охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів.

ФК7. Комплексність у виявленні, постановці та вирішенні наукових задач та проблем у галузі хімії, охорони навколишнього природного середовища.

ФК16. Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність в питань екологічної безпеки з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій.

ФК19. Здатність визначати залежність параметрів середовища від природних та антропогенних факторів при використанні математичних моделей, прогнозувати зміни в елементах довкілля в залежності від інтенсивності техногенних впливів, динаміку поширення окремих компонентів в ґрунті та водному середовищі.

Програмні результати навчання:

ПР5. *Знання та розуміння* теорії та методології системного аналізу, *знання та розуміння* етапів реалізації системного підходу при дослідженні хімічних процесів та явищ, *вміння та навички* використовувати методологію системного аналізу в хімії та екології.

ПР12. *Знання* сучасних методів контролю техногенних впливів на навколишнє середовище з урахуванням стійкості геосистем та їх здатності до самовідновлення.

ПР24. *Знання* основ моніторингу водних об'єктів, нормативної документації та законодавчих актів в області охорони водного середовища, методик оцінки шкідливого впливу об'єктів господарювання на природні водні об'єкти.

ПР25. *Знання* методик розрахунку інтегрального екологічного індексу при оцінці стану водних об'єктів;

ПР50. Спираючись на обрані методології аналізу та використовуючи лабораторне обладнання, проводити аналіз відібраних проб біогеохімічних об'єктів довкілля.

ПР51. На підставі уявлень про методи проведення наукових досліджень обирати найбільш оптимальні методології проведення дослідницької роботи.

3. Структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма					Заочна форма					
	усього	у тому числі				усього	у тому числі				
		л	п	л а б	інд		с.р.	л	п	л а б	інд
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи біохімічної деградації біомаси мікроорганізмами											
Тема 1. Вступ. Предмет, задачі, значення дисципліни. Органічні відходи агровиробництва як складова циклу матерії та енергії в агросфері	6	2				4	10	2			8
Тема 2. Основні метаболічні шляхи, що беруть участь в деградації біомаси	16	2	2			12	15	2	1		12
Тема 3. Біодеградація полісахаридів та білків. Аеробний та анаеробний шляхи деградації ароматичних сполук	18	4	4			10	15	4	1		10
Всього модуль 1:	40	8	6			26	40	8	2		30
Змістовий модуль 2. Характеристика напрямків мікробіологічної конверсії відходів рослинництва та тваринництва											
Тема 4. Виробництво кормового білка. Технологічні особливості мікробіологічної конверсії у кормовий білок	12	2	6			4	12	2	2		8
Тема 5. Біоенергетичний напрямок утилізації відходів рослинництва (брикетування, одержання синтез-газу, генерація водню, виробництво біодизелю та біоетанолу)	14	2	4			8	14	2			12
Тема 6. Технології вермикомпостування . Приготування субстратів для вермикомпостування	16	2	4			10	18	2	1		15
Тема 7. Приклади реалізації технологій компостування відходів рослинництва та	16	2	4			10	18	2	1		15

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	л а б	інд	с.р.		л	п	л а б	інд	с.р.
тваринництва												
Всього модуль 2:	58	8	18			32	62	8	4			50
Змістовий модуль 3. Оцінка впливу на довкілля та економічної ефективності технологій біоконверсії відходів агровиробництва												
Тема 8. Оцінювання економічної ефективності виробництва та застосування біогумусу, виробленого методом вермикюльтивування, біокомпостування	34	2	2			20	23	2	1			20
Тема 9. Приклад технології анаеробної біоконверсії гною ВРХ та відходів рослинництва на біокомпости на прикладі пілотного проекту в НДГ «Великоснітинське» НУБіП України	26	2	4			22	25	2	3			20
Всього модуль 3:	52	4	6			42	48	4	4			40
Усього годин	150	20	30			100	150	20	10			120

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин, денна/заочна
1.	Правила пробовідбору та пробопідготовки зразків відходів агровиробництва до проведення аналізу на вміст поживних елементів	4/1
2.	Визначання вмісту загального азоту в органічних компостах чи добривах за ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органомінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту	6/2
3.	Визначання вмісту фосфору у відходах птахівництва чи тваринництва за ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора (Добрива органічні. Метод визначення загального фосфору)	8/2
4.	Визначання вмісту органічної речовини у готовому біокомпості за ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини	6/3

5.	Розрахункове завдання – обчислення допустимих доз органічних компостів для внесення у ґрунти за вмістом важких металів; складання рецептури маси для компостування відходів за співвідношенням С:N	6/2
Разом по лабораторним роботам		30/10

5. Контрольні питання для визначення рівня засвоєння знань здобувачами.

1. Характеристика органічних відходів аграрного виробництва як складових біогеохімічного циклу матерії та енергії агросфери та біосфери в цілому.

2. Основні положення нормативних документів України в сфері поводження з відходами, в тому числі сільськогосподарського походження та переробної промисловості.

3. Класифікація відходів аграрного виробництва за здатністю до біодеградації.

4. Характеристика принципової схеми матеріальних та енергетичних потоків біоконверсії органічних відходів агровиробництва.

5. Принцип тестування для визначення можливості біоконверсії органічних молекул за OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3 Degradation and Accumulation (Керівництво Організації із економічної кооперації та розчитку випробовування хімічних сполук. Частина 3. Деградація та акумуляція).

6. Принципи та переваги мікробіологічних методів утилізації органічних відходів агровиробництва.

7. Характеристика загальної схеми біоконверсії рослинних відходів для вторинного використання у сільському господарстві та промисловості.

8. Кислотний гідроліз рослинних полісахаридів до пентоз і гексоз (при одностадійному гідролізі), або до пентоз і тільки до гексоз (при двостадійному гідролізі) в технології виробництва кормового білка із відходів рослинництва.

9. Характеристика целюлозно-лігнінової активності грибів для прямої біоконверсії лігніноцелюлозних відходів агропромислового комплексу.

10. Суть технології мікробіологічної конверсії у кормовий білок.

11. Загальна характеристика біоенергетичного напрямку біоконверсії відходів агровиробництва у теплову енергію та паливо.

12. Описати основи технологій термічної деполімеризації (TDP) одержання із вуглеводневих та органічних відходів тваринництва газоподібного, рідкого та твердого палива.

13. Баро-вибухова технологія утилізації пташиного посліду.

14. Переваги та недоліки технологій піролізу та газогенерації відходів агровиробництва.

15. Технології анаеробного зброжування з виробництва біогазу: вимоги до сировини та склад продуктів.

16. Перспективні технології енергонапряму переробки відходів агровиробництва: виробництво водню, синтез-газу, біостанолу, біогазу.

17. Суть методів біоконверсії органічних відходів агровиробництва вермикомпостуванням. Недоліки та переваги.

18. Знезараження осадів стічних вод за допомогою вермикультури.

19. Характеристика показника EROEI (energy returned on energy invested – енергії затраченої до енергії виробленої) для оцінювання економічної ефективності переробки органічних відходів агровиробництва у енергеносії.

20. Характеристика основних параметрів технологічної схеми аеробної біоконверсії пташиного посліду (вологість, рН, вміст органічної речовини), складання рецептури суміші для компостування.

21. Особливості технології польового компостування у штабелях. Аналітичний контроль процесу компостування у штабелях.

22. Технологія компостування у біотермічних камерах (біореакторах). Контролювання процесу компостування у біореакторах.

23. Технологія анаеробного оброблення посліду (збродження).

24. Принципи знезараження інфікованого посліду та стічних вод в процесі компостування.

25. Розрахунок доз органічної суміші (компостів) для внесення у ґрунти на основі оцінювання гігієнічного та агрохімічного навантаження на ґрунти.

26. Варіанти технології аеробної переробки гною ВРХ.

27. Основні метаболічні шляхи, що беруть участь в деградації біомаси.

28. Біодеградація полісахаридів. Типи метаногенезу.

29. Характеристика біохімічних шляхів біодеградації білків при компостуванні.

30. Біодеградація природних ароматичних і аліфатичних сполук.

31. Біохімічні основи біодеградації ксенобіотиків у складі відходів агровиробництва.

32. Аеробний і анаеробний метаболізм ароматичних сполук.

33. Природні і генно-інженерні конструкції штамів-деструкторів ксенобіотиків.

6. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

7. Форми контролю

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.

2. Форми дистанційного контролю на платформі E-learn.

3. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.

3. Залік.

8. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; державні стандарти, індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

9. Рекомендована література

Основна література

1. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика / Слободяник М.С., Чеботько К.О., Войтенко Л.В., Копилевич В.А., Жирнов В.В., Косматий В.Є.- К.: Видавець ПП Лисенко М.М., 2015.- 208 с.
2. Біоконверсія відходів: підручник /В.А. Копілевич, В.В. Жирнов, Д.А. Савченко, Л.В. Войтенко. – К.: Ред.-вид. відділ НУБіП України, 2019. – 428 с.
3. Біотехнологія одержання органомінеральних добрив із вторинної сировини / В.Я. Шевчук, К.О. Чеботько, В.М. Разгуляев. - К.: Фенікс, 2001. - 201 с.
4. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2009. – 45 с.

Додаткова література

1. Технологія прискореного біотермічного компостування гною з органічними вологопоглинальними відходами АПК: Рекомендації / О.О. Ляшенко, Г.Є. Мовсесов / Інститут механізації тваринництва УААН. Запоріжжя: ІМТ УААН, 2007. – 32 с.
2. Epstein, E. Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management. – CRC Press, 2011 – 340 p.
3. Compost science and technology / edited by L.F. Diaz, M.de Bertoldi, W. Bidlingmaier, and E. Stentiford. – Amsterdam : Elsevier , 2007. - 364 p.

10. Інформаційні та нормативні ресурси

1. Agricultural waste manual / Coordinator: D.H. Vanderholm. NZAEI project report No 32. [Electron source]. – New Zealand, Canterbury, Lincoln Colledge. – 1984. – 298 pp. - Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/35461431.pdf>.
2. Singh D.P. Agrowaste bioconversion and microbial fortification have prospects for soil health, crop productivity, and eco-enterprising: Review / D.P. Singh, R. Prabha, S. Renu [at al.] / International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. – 2019. – Vol. 8. - P. I457–S472 <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0243-0>. - Available at: <https://www.sid.ir/FileServer/JE/505362019s0147.pdf>.
3. Chongrak Polprasert. Organic Waste Recycling. Technology and Management. 3rd Edition / Chongrak Polprasert. – IWA Publishing. – 2007. – 538 p. – Available at: <https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/9781780402024.pdf>.
4. ДСТУ EN 16087-2:2014 Меліоранти ґрунту та поживне середовище. Визначення аеробної біологічної активності. Частина 2. Випробування на самонагрівання компосту (EN 16087-21:2011, IDT).
5. ДСТУ 8418:2015 Добрива органічні. Метод визначення коефіцієнтів і ступенів гуміфікації та мінералізації.
6. ДСТУ 4884:2007 Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять.
7. ДСТУ 7083:2009 Добрива органічні та органічно-мінеральні. Методи визначання гумінових кислот.
8. ДСТУ 7880:2015 Добрива органічні. Вимоги щодо застосування в органічному виробництві.
9. ДСТУ 7881:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Номенклатура показників якості.
10. ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Метод визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту.
11. ДСТУ 7938:2015 Добрива органічні. Агрономічні вимоги щодо якості добрив для використання в органічному виробництві.
12. ДСТУ 7949:2015 Добрива органічні. Метод визначення масової частки загального калію.
13. ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини.

14. ДСТУ 7369:2013 Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання.
15. ВНТП-АПК-09.06 Відомчі норми технологічного проектування. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною (видання офіційне). – Введ. 01.06.06. – К.: Мінагрополітики України, 2006. – 100 с.
16. СОУ 41.00-37-688:2007 Води стічні та їх осадки в тваринництві та птахівництві. Компости на їх основі.