

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан агробіологічного факультету
доктор с.г. наук, професор

_____ **О.Л. Тонха**
« _____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри аналітичної і
біонеорганічної хімії та якості води
Протокол № 9 від « 9 » 05 2023 р.

Завідувач кафедри  **В.А. Копілевич**
д.х.н., професор

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 – 2023

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	10
Практичні, семінарські заняття	30	20
Лабораторні заняття		
Навчальна практика	-	-
Самостійна робота	100	120
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	5

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Біоконверсія відходів агровиробництва» є вивчення хімізму та практичних аспектів кінетики, контролю хімічного

складу субстратів екологічно безпечних технологій переробки органічних відходів агровиробництва, що базуються та їх аеробній та анаеробній мікробіологічній трансформації. Розглядаються технологічні прийоми одержання теплової енергії та паливних елементів з органічних відходів різного походження; вивчаються 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:

- набуття знань про біохімічні основи біоконверсії ксенобіотиків, органічних складових відходів тваринництва та рослинництва, тобто природоподібних процесів, перевагою яких є економічність та низьке енергоспоживання, відсутність забруднення довкілля; а результатом - цінні продукти для агровиробництва (добриво, кормові добавки, енергоносії)
- освоєння методик розрахунків матеріальних та енергетичних потоків;
- набуття знань про організацію технологічних процесів біоконверсії та аналітичний контроль виробничих процесів та факторів впливу на довкілля.

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

Обґрунтування **актуальності** мети дисципліни, задач та предмету дисципліни для здобувача у області хімії: відходи органічного походження слід розглядати не тільки як джерело забруднення довкілля, а і як хімічну вторинну матеріальну та енергетичну сировину, так як енергію макрозв'язків органічних молекул можна трансформувати у продукт біоконверсії, використовуючи технології, де мікроорганізми виконують хімічні перетворення у «м'яких» умовах.

Основны дисципліни, вивчення яких повинно передувати освоєнню даного курсу, є:

- Неорганічна, аналітична, органічна, фізична, колоїдна хімія;
- Біохімія;
- Загальна екологія;
- Екотоксикологія;
- Методологія організації наукових досліджень.

Освоєння курсу повинно забезпечити розуміння місця відходів агровиробництва як компоненту кругообігу матерії та енергії; основи біохімічних технологій переробки відходів; регуляторного впливу на швидкість біохімічних реакцій температури, вологості, з використанням законів хімічної кінетики та термодинаміки; основи біоенергетичного напрямку утилізації - одержання синтез-газу; виробництво водню; виробництва біодизелю, біетанолу, процеси біодеградації органічних та

неорганічних ксенобіотиків у складі відходів агровиробництва та комунального господарства.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

- Основні закономірності використання технологій біохімічної конверсії для вирішення проблем поводження з відходами, їх знешкодження та переробку у корисні продукти для народного господарства або біопаливо;
- Механізми протікання основних біологічних, фізико-хімічних процесів при застосуванні біоконверсії при знешкодженні чи для переробки відходів;
- 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, методи аналізу їхнього складу;
- 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;
- 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 та впливу на довкілля;
- Оцінювати можливий негативний вплив реалізації технологічної схеми біоконверсії відходів аграрного походження на довкілля (грунтові та поверхневі води, повітря, ґрунти).

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду **компетентностей**:

Загальні компетентності:

ЗК4. Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);

ЗК6. Здатність дотримуватись етичних стандартів досліджень і професійної діяльності (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК3. Здатність у виявленні, постановці та вирішенні наукових задач та проблем у хімічній науці;

ФК5. Здатність інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях і прив'язувати їх до відповідної теорії та брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію;

ФК7. Вміння самостійно виконувати науково-дослідну діяльність, необхідну для подальшого професійного розвитку в галузі хімії з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії та фундаментальні основи суміжних наук. Вміти критично оцінювати гіпотези в галузі хімічних наук. Формулювати концептуальні основи сучасного розуміння хімічного рівня організації матерії, філософію наукового пізнання;

ПРН5. Мати ґрунтовні знання та розуміння ключових засад професійної етики, системи морально-культурних цінностей;

ПРН11. Знати взаємозв'язки між хімічним складом живих організмів і ролі хімічних елементів у їх розвитку; методи дослідження шляхів і механізмів біогенної та техногенної міграції хімічних елементів у довкіллі;

ПРН12. Вміти оцінювати природу хімічних процесів, які визначають стан та властивості довкілля – атмосфери, гідросфери та ґрунтів, екологічних явищ та проблем, пов'язаних із хімічним забрудненням довкілля;

ПРН16. Розробляти та реалізовувати наукові та прикладні інноваційні проекти, які передбачають вирішення наукових проблем хімічної науки та суміжних тематик. Мати навички оформлення та подачі грантових заявок, конкурсних робіт;

ПРН19. Оцінювати ризики у професійній діяльності хіміка та здійснювати запобіжні дії.

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	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи біохімічної деградації біомаси												
Тема 1. Вступ. Предмет, задачі, значення дисципліни. Органічні відходи як складова циклу матерії та енергії в біосфері	6	2				4	10	2			8	
Тема 2. Хімізм основних метаболічних шляхів, що беруть участь в деградації	16	2		2		12	15	2		1	12	

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
біомаси												
Тема 3. Біодеградація полісахаридів та білків. Аеробний та анаеробний шляхи деградації ароматичних сполук	16	4		2		10	15	4		1		10
Всього модуль 1:	38	8		4		26	40	8		2		30
Змістовий модуль 2. Характеристика напрямків біохімічної конверсії відходів рослинництва та тваринництва												
Тема 4. Біохімічні основи виробництва кормового білка. Технологічні особливості мікробіологічної конверсії сполук, що входять до складу відходів, у кормовий білок	14	2		4		8	12	2		2		8
Тема 5. Біохімічні основи біоенергетичного напрямку утилізації відходів (одержання синтезгазу, генерація водню, виробництво біодизелю та біоетанолу)	14	2		2		10	14			2		12
Тема 6. Хімічна та біохімічна трансформація ксенобіотиків при вермикомпостуванні. Розрахунок матеріального балансу приготування субстратів для вермикомпостування	20	2		4		14	18	2		1		15
Тема 7. Приклади реалізації технологій компостування відходів рослинництва та тваринництва	16	2		2		12	18	2		1		15
Всього модуль 2:	64	8		12		44	62	6		6		50
Змістовий модуль 3. Оцінка впливу на довкілля технологій біоконверсії органічних відходів												
Тема 8. Хімічна оцінка впливу на довкілля при виробництві та застосуванні біогумусу	24	2		2		20	23	2		1		20
Тема 9. Організація та розрахунки матеріального балансу для технології анаеробної біоконверсії гною	24	2		2		20	25	4		1		20

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
ВРХ та відходів рослинництва на біокомпости на прикладі пілотного проекту в НДГ «Великоснітинське» НУБіП України												
Всього модуль 3:	48	4		4		40	48	6		2		40
Усього годин	150	20		20		110	150	20		10		120

4. Теми практичних (лабораторних) занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин, денна/заочна
1.	Правила пробовідбору та пробопідготовки зразків органічних відходів до проведення аналізу на вміст поживних елементів та важких металів	2/1
2.	Визначання вмісту загального азоту в органічних компостах чи добривах за ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту	4/2
3.	Визначання вмісту фосфору у відходах птахівництва чи тваринництва за ДСТУ EN 15959:2015 Добрива. Метод визначення вмісту екстрагованого фосфору (EN 15959:2011, IDT)	4/2
4.	Визначання вмісту органічної речовини у готовому біокомпості за ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини	4/3
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		20/10

5. Критерії оцінювання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (лекції/лаб)	Види робіт, які оцінюються	Кількість балів за видами робіт
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи біохімічної деградації біомаси			
Тема 1. Вступ. Предмет, задачі, значення дисципліни. Органічні відходи як складова циклу матерії та енергії в біосфері	2/0	Лаб 1. Правила пробовідбору та пробопідготовки зразків відходів агровиробництва до проведення аналізу на вміст поживних елементів та важких металів Лаб 2. Методика визначання вмісту загального азоту в органічних компостах чи добривах за ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначання сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту Модульний контрольний тест	10
Тема 2. Хімізм основних метаболічних шляхів, що беруть участь в деградації біомаси	2/2		20
Тема 3. Біодеградація полісахаридів та білків. Аеробний та анаеробний шляхи деградації ароматичних сполук	4/2		70
Всього:	8/4		100
Змістовий модуль 2. Характеристика напрямків біохімічної конверсії відходів рослинництва та тваринництва			
Тема 4. Біохімічні основи виробництва кормового білка. Технологічні особливості мікробіологічної конверсії сполук, що входять до складу відходів, у кормовий білок	2/4	Лаб 3. Освоєння методики визначання вмісту фосфору у відходах птахівництва чи тваринництва за ДСТУ EN 15959:2015 Добрива. Метод визначання вмісту екстрагованого фосфору (EN 15959:2011, IDT) Лаб 4. Вивчення методики визначання вмісту органічної речовини у готовому біокомпості за ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначання органічної речовини Модульний контроль – презентація «Хімізм	20
Тема 5. Біохімічні основи біоенергетичного напрямку утилізації відходів (одержання синтез-газу, генерація водню, виробництво біодизелю та біоетанолу)	2/2		20
Тема 6. Хімічна та біохімічна трансформація ксенобіотиків при вермикомпостуванні. Розрахунок матеріального балансу приготування субстратів для вермикомпостування	2/4		50

Тема 7. Приклади реалізації технологій компостування відходів рослинництва та тваринництва	2/2	трансформації ксенобіотиків за різних технологій біоконверсії» Обговорення презентацій	10
Всього:	8/12		100
Змістовний модуль 3. Оцінка впливу на довкілля технологій біоконверсії відходів агровиробництва			
Тема 8. Хімічна оцінка впливу на довкілля при виробництві та застосуванні біогумусу	2/2	Лаб 5. Визначання вмісту органічної речовини у готовому біокомпості за ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини Розрахункове завдання – обчислення допустимих доз органічних компостів для внесення у ґрунти за вмістом важких металів; складання рецептури маси для компостування відходів за співвідношенням C:N	20
Тема 9. Організація та розрахунки матеріального балансу для технології анаеробної біоконверсії гною ВРХ та відходів рослинництва на біокомпости на прикладі пілотного проекту в НДГ «Великоснітинське» НУБіП України	2/2		80
Всього:	4/4		100
Навчальна робота:			300/70
Екзамен			30
Всього:	20/20		100

6. Контрольні питання для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

1. Характеристика органічних відходів як складових біогеохімічного циклу матерії та енергії біосфери.
2. Основні положення нормативних документів України в сфері поводження з відходами, в тому числі сільськогосподарського та комунального походження, переробної промисловості.
3. Класифікація органічних відходів виробництва та споживання за здатністю до біохімічної та хімічної деструкції.
4. Характеристика принципової схеми матеріальних та енергетичних потоків біоконверсії органічних відходів.
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.

7. Характеристика хімічних трансформацій в загальній схемі 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.

10. Біохімія мікробіологічної конверсії у кормовий білок.

11. Загальна характеристика хімічних перетворень при реалізації біоенергетичного напрямку біоконверсії відходів теплової енергії та палива.

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

13. Баро-вибухова технологія утилізації пташиного посліду.

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

15. Технології анаеробного зброжування при виробництві біогазу: вимоги до хімічного складу сировини та продуктів.

16. Хімізм перспективних технологій енергонапряму переробки органічних відходів виробництва та споживання на водень, синтез-газ, біостанол, біогаз.

17. Біохімія знезараження осадів стічних вод за допомогою вермикультури.

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

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

20. Особливості хімічних трансформацій органічної речовини при реалізації технології польового компостування у штабелях.

21. Аналітичний контроль технологічних параметрів процесу компостування у штабелях.

22. Хімізм технології компостування у біотермічних камерах (біореакторах). Контролювання процесу компостування у біореакторах.

23. Хімізм технології анаеробного оброблення посліду (збродження).

24. Біохімічні механізми 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 за вмістом важких металів.

26. Біохімія метаболічних шляхів, за якими відбувається деградація біомаси.

27. Біодеградація полісахаридів. Типи метаногенезу.
28. Характеристика біохімічних шляхів біодеградації білків при компостуванні.
29. Біодеградація природних ароматичних і аліфатичних сполук.
30. Біохімічні основи біодеградації ксенобіотиків у складі органічних відходів.
31. Хімізм аеробного і анаеробного метаболізму ароматичних сполук.
32. Природні і генно-інженерні конструкції штамів-деструкторів ксенобіотиків.

7. 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.

8. 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.
4. Підготовка презентацій та участь у їх обговоренні.
5. Екзамен.

9. 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.

10. Рекомендована література

Основна

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. Разгуляєв. - К.: Фенікс, 2001. - 201 с.
4. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2009. – 45 с.

Додаткова

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.

11. 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.