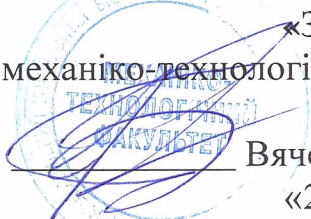
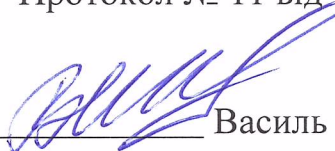


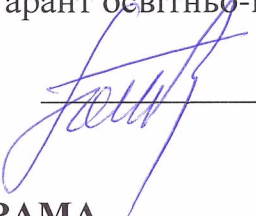
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан механіко-технологічного факультету

Вячеслав БРАТІШКО
«23» травня 2024 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри охорони праці
та біотехнічних систем у тваринництві
Протокол № 11 від «20» травня 2024 р.
Завідувач кафедри


Василь ХМЕЛЬОВСЬКИЙ

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОНП «Агроінженерія»
Гарант освітньо-наукової програми


Геннадій ГОЛУБ

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«НАУКОВІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРІЇ КОМПОСТУВАННЯ»**

Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»
Освітньо-наукова програма: Агроінженерія
Механіко-технологічний факультет
Розробник: д.т.н., проф. Братішко В.В.

Київ – 2024 р.

**Опис навчальної дисципліни
«Наукові основи інженерії компостування»**

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань	<i>20 «Аграрні науки та продовольство»</i>	
Спеціальність	<i>208 Агроінженерія</i>	
Освітня програма	<i>Агроінженерія (освітньо-наукова програма)</i>	
Освітній ступінь	<i>магістр</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проект (робота)	<i>–</i>	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	<i>2</i>	<i>–</i>
Семестр	<i>3</i>	<i>–</i>
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>–</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>30 год.</i>	<i>–</i>
Лабораторні заняття	<i>–</i>	<i>–</i>
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>–</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	<i>4 год.</i>	<i>–</i>

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Наукові основи інженерії компостування» є оволодіння знаннями та навичками щодо техніко-технологічних, біотехнічних й організаційно-нормативних передумов та техніко-технологічного забезпечення ефективного перероблення органічної сировини та відходів методом компостування.

Вивчення дисципліни спрямоване на набуття комплексних знань та навичок, які дозволять приймати обґрунтовані й доцільні управлінські та інженерно-технологічні рішення у сфері ефективного поводження з органічною сировиною та відходами, зокрема, щодо перероблення органічних відходів (сировини) тваринництва, рослинництва та інших галузей (харчової, комунальної тощо) на високоякісні органічні добрива.

Завданням дисципліни є отримання теоретичних знань та практичних навичок щодо організації та техніко-технологічного забезпечення ефективного перероблення органічної сировини компостуванням.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- мету, основні задачі та принципи ефективного компостування органічної сировини;
- техніко-технологічні, біотехнічні й організаційно-нормативні передумови перероблення органічної сировини компостуванням;
- основні показники процесу компостування, способи забезпечення їх раціональних значень та методи контролю;
- технології компостування органічної сировини;
- основні принципи організації виробництва компостів та проектування виробничих об'єктів;
- основні технології застосування компостів, зокрема, як органічних добрив, та їх технічне забезпечення;

вміти:

- обґрунтовувати раціональну технологію та відповідні технічні засоби для організації процесу компостування в залежності від кількості, виду та властивостей органічної сировини та призначення компосту;
- складати рецепти компостних сумішей;
- контролювати основні показники процесу компостування та приймати відповідні рішення щодо коригування перебігу процесу компостування;

- формулювати проектні пропозиції щодо організації компостного виробництва (технологія, площі, матеріально-технічне забезпечення) в залежності від кількості, виду та властивостей органічної сировини та призначення компосту.

В результаті навчання студент повинен оволодіти знаннями та навичками, достатніми для вирішення таких завдань професійної діяльності, як організація компостних виробництв, забезпечення їх ефективного функціонування, надання дорадчих послуг, провадження науково-дослідницької діяльності тощо.

Набуття компетентностей.

Інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі агропромислового виробництва та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності.

ЗК 04. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 05. Здатність працювати в команді.

ЗК 06. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК 01. Здатність розв'язувати складні управлінські задачі та проблеми в сфері сільськогосподарського виробництва.

СК 07. Здатність проектувати, виготовляти і експлуатувати технології та технічні засоби виробництва, первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції.

СК 14. Здатність гарантувати екологічну безпеку у сільськогосподарському виробництві.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 01. Володіти комплексом необхідних гуманітарних, природничо-наукових та професійних знань, достатніх для досягнення інших результатів навчання, визначених освітньою програмою.

ПРН 02. Розробляти енергоощадні, екологічно безпечні технології виробництва, первинної обробки і зберігання сільськогосподарської продукції.

ПРН 03. Знати, розуміти і застосовувати норми законодавства, що стосуються професійної діяльності.

ПРН 04. Викладати у закладах вищої освіти та розробляти методичне забезпечення спеціальних дисциплін, що стосуються агроінженерії.

ПРН 05. Приймати обґрунтовані управлінські рішення для забезпечення прибутковості підприємства.

ПРН 06. Приймати ефективні рішення стосовно форм і методів управління інженерними системами в АПК.

ПРН 08. Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач.

ПРН 10. Приймати ефективні рішення щодо складу та експлуатації комплексів машин.

ПРН 12. Проектувати конкурентоспроможні технології та обладнання для виробництва сільськогосподарської продукції відповідно до вимог споживачів та законодавства.

ПРН 13. Здійснювати ефективне управління та оптимізацію матеріальних потоків.

ПРН 16. Створювати і оптимізувати інноваційні техніко-технологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі.

ПРН 17. Здійснювати управління якістю в аграрній сфері, обґрунтовувати показники якості сільськогосподарської продукції, техніки та обладнання.

ПРН 20. Розробляти і реалізувати ресурсоощадні та природоохоронні технології у сфері діяльності підприємств АПК.

**2. Програма та структура навчальної дисципліни
для денної форми здобуття вищої освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
Змістовий модуль 1. Передумови ефективного компостування органічної сировини						
Тема 1. Мета, основні задачі та принципи компостування	10	2	2			6
Тема 2. Мікробіологічні передумови компостування	10	4				6
Тема 3. Біохімічні передумови компостування	14	4				10
Тема 4. Вплив процесів компостування на людину та довкілля	12	4	4			4
Тема 5. Органічна сировина для компостування та її властивості	14	4	6			4
Разом за змістовим модулем 1	60	18	12			30
Змістовий модуль 2. Техніко-технологічне забезпечення та організація ефективного компостування органічної сировини						
Тема 6. Технології компостування. Відкриті компостні системи	12	4	4			4
Тема 7. Технології компостування. Закриті компостні системи	12	2	6			4
Тема 8. Підготовчі технологічні операції компостування	12	2				10
Тема 9. Основні технологічні операції компостування	12	2	4			6
Тема 10. Організація компостного виробництва та використання компостів	12	2	4			6
Разом за змістовим модулем 2	60	12	18			30
Усього годин	120	30	30			60

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

Передумови ефективного компостування органічної сировини

Тема 1. Мета, основні задачі та принципи компостування (10 год.)

Роль компостування органічної сировини в контексті Цілей сталого розвитку ООН. Роль компостування органічної сировини в контексті поводження з відходами.

Структура курсу. Основні терміни та поняття процесу компостування. Психрофільна, мезофільна та термофільна фаза компостування. Результат процесу компостування. Загальна схема технологічного процесу компостування. Виробники машин та обладнання. Загальні етапи створення системи компостування органічної сировини.

Тема 2. Мікробіологічні передумови компостування (10 год.)

Діяльність бактерій, грибів та актинобактерій. Біохімічні перетворення в органічній речовині. Умови забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів.

Активне компостування та дозрівання. Аеробні та анаеробні процеси.

Тема 3. Біохімічні передумови компостування (14 год.)

Вуглецево-азотне співвідношення, перетворення азотних сполук в процесі життєдіяльності мікроорганізмів та основні причини втрат азоту, денітрифікація.

Вплив вмісту кисню, вологи, показника кислотності рН та структурних параметрів компостної суміші на діяльність мікроорганізмів.

Тема 4. Вплив процесів компостування на людину та довкілля (12 год.)

Емісія парникових газів з гною тварин. Викиди метану та закису азоту. Методи визначення кількості викидів парникових газів. Практичні рекомендації з визначення кількісних показників емісії парникових газів (розроблені міжурядовою групою експертів з питань зміни клімату відповідно до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату). Раціональні способи перероблення органічних відходів, зокрема, гною тварин.

Тема 5. Органічна сировина для компостування та її властивості (14 год.)

Основні види органічної сировини та відходів, що можуть піддаватися компостуванню та їх властивості. Ресурсна база компостування в Україні. Структура галузей тваринництва та обсяги виробництва гною й посліду. Техніко-технологічне забезпечення видалення та накопичення гною та посліду в господарствах України. Фізико-механічні та технологічні властивості органічної сировини. Первинний субстрат, добавки та наповнювачі. Види та джерела поживних речовин. Моделі балансування компостних сумішей. Основні якісні показники готового компосту та визначення його стабільності (зрілості). Вплив показників температури, вологості, вуглецево-азотного співвідношення та кислотності рН на ефективність процесу компостування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

Техніко-технологічне забезпечення та організація ефективного компостування органічної сировини

Тема 6. Технології компостування. Відкриті компостні системи (12 год.)

Огляд та аналіз поширених методів та способів компостування органічної сировини. Класифікація систем компостування та їх порівняння.

Пасивне компостування у купах. Компостні бурти. Компостування у буртах з пасивною та активною аерацією. Обґрунтування основних параметрів відкритих компостних систем.

Тема 7. Технології компостування. Закриті компостні системи (12 год.)

Компостування у компостних ємностях та спорудах. Контрольоване мікробне компостування. Вибір раціональної технології компостування та обґрунтування основних параметрів закритих компостних систем.

Утилізація небезпечних біологічних матеріалів компостуванням.

Тема 8. Підготовчі технологічні операції компостування (12 год.)

Огляд, аналіз та обґрунтування параметрів технічних засобів та обладнання для механізації окремих технологічних операцій приготування компостів: накопичення, зберігання та поведження з органічною сировиною; подрібнення та формування бажаної структури органічної сировини; змішування компонентів та формування буртів.

Тема 9. Основні технологічні операції компостування (12 год.)

Огляд, аналіз та обґрунтування параметрів технічних засобів та обладнання для механізації окремих технологічних операцій приготування компостів: аерація буртів; поведження з компостом в процесі його дозрівання; накопичення компосту; сепарація, сушіння та пакування компосту.

Тема 10. Організація компостного виробництва та використання компостів (12 год.)

Критерії вибору ділянки для організації виробництва компосту. Екологічні, кліматичні та регіональні аспекти проектування виробництв. Проектування компостних майданчиків. Конфігурація та взаємне розташування компостних буртів. Безпека виробництва та охорона навколишнього природного середовища. Управління компостним виробництвом.

Оцінювання якості компосту як органічного добрива. Вміст важких металів у компості та їх вплив на довкілля. Фізико-механічні та агрохімічні властивості компостів. Техніко-технологічне забезпечення використання компостів та органічних добрив. Машина і засоби для внесення добрив.

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні етапи процесу компостування	2
2	Емісія парникових газів з гною тварин	4
3	Розрахунок складу компостної суміші	6
4	Формування статичних компостних буртів. Обґрунтування параметрів системи активної аерації	4
5	Обґрунтування параметрів барабанних сепараторів органічної сировини	6
6	Обґрунтування параметрів обладнання для розділення рідкого гною на фракції	4
7	Екологічні аспекти застосування органічних добрив (компостів)	4
	Разом	30

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні задачі та принципи компостування	6
2	Мікробіологічні передумови компостування	6
3	Біохімічні передумови компостування	10
4	Вплив процесів компостування на людину та довкілля	4
5	Органічна сировина для компостування та її властивості	4
6	Технології компостування органічної сировини	4
7	Технологічні операції компостування	4
8	Управління процесом компостування	10
9	Організація компостного виробництва	6
10	Використання компостів	6
	Разом	60

Теми робіт для самостійного виконання

1. Відкриті компостні системи з механічною аерацією. Приклади використання. Перелік технологічних операцій та їх послідовність
2. Відкриті компостні системи з активною аерацією. Приклади використання. Перелік технологічних операцій та їх послідовність

3. Відкриті компостні системи з пасивною аерацією. Приклади використання. Перелік технологічних операцій та їх послідовність
 4. Закриті вертикальні компостні системи. Приклади використання. Перелік технологічних операцій та їх послідовність (вибрати один тип системи)
 5. Технологічні процеси компостування. Закриті горизонтальні компостні системи. Приклади використання. Перелік технологічних операцій та їх послідовність (вибрати один тип системи)
 6. Дугові сита. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики
 7. Гвинтові сепаратори. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики
 8. Подрібнювачі компостної сировини. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
 9. Барабанні сепаратори (грохоти, просіювачі) компостної сировини. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
 10. Повітряні сепаратори - відділювачі каміння. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики
 11. Машини для приготування (змішування) компостної суміші. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики
 12. Машини для формування буртів. Аератори-змішувачі. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
 13. Самохідні машини для механічної аерації компостів. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
 14. Машини для укривання компостних буртів. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики
 15. Компостні контейнери, барабани, силоси. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
 16. Обладнання для контролю параметрів процесу компостування. Використання в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)
- Машини для внесення органічних добрив. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики (вибрати один тип)

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- тести за темами;
- реферати;
- захист практичних робіт;
- захист самостійних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

7. Методи оцінювання:

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- тестування за темами;
- захист практичних робіт;
- захист самостійних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Розподіл оціночних балів за виконання різних видів навчальної діяльності

Види навчальної діяльності	Розподіл оціночних балів	«Вага» кожного модуля у загальній рейтинговій оцінці, %
Навчальна робота	100	70
МОДУЛЬ 1	100	35
Тест 1	5	
Тест 2	5	
Тест 3	5	
Тест 4	5	
Тест 5	5	
Практична робота 1	15	
Практична робота 2	15	
Практична робота 3	15	
Самостійна робота	15	
Тест до модуля 1	15	
МОДУЛЬ 2	100	35
Практична робота 4	15	
Практична робота 5	15	
Практична робота 6	15	
Практична робота 7	15	
Самостійна робота	20	
Модульний контроль	20	
Підсумкова атестація	30	30
Екзаменаційний тест	20	
Співбесіда	10	

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):
 $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни:
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2905>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни;
- відеоматеріали до лекційних занять;
- нормативні документи.

10. Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Epstein E. Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management. – CRC Press, 2011 – 340 p.
2. Compost science and technology [edited by L.F. Diaz, M.de Bertoldi, W. Bidlingmaier, and E. Stentiford]. – Amsterdam: Elsevier, 2007. – 364 p.
3. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2009. – 45 с.
4. Ляшенко О.О., Мовсесов Г.Є. Технологія прискореного біотермічного компостування гною з органічними вологопоглинальними відходами АПК: Рекомендації. Інститут механізації тваринництва УААН.– Запоріжжя: ІМТ УААН, 2007. – 32 с.

Допоміжні

1. Epstein E. The Science of Composting. – Florida, USA: CRC Press, 1997. – 489 p.
2. Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляев В. М. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини. – К. : 2001. – 205 с.
3. Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А. та ін. Механіко-технологічні основи процесів виробництва органічної продукції рослинництва: монографія. – К.: НУБіП України, 2017. – 431 с.
4. Технологія одержання та застосування органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод (рекомендації). К., 2000. – 26 с.

Нормативні документи

1. 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)
2. ДСТУ 8418:2015 Добрива органічні. Метод визначення коефіцієнтів і ступенів гуміфікації та мінералізації
3. ДСТУ 4884:2007 Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять
4. ДСТУ 7083:2009 Добрива органічні та органічно-мінеральні. Методи визначання гумінових кислот
5. ДСТУ 7880:2015 Добрива органічні. Вимоги щодо застосування в органічному виробництві
6. ДСТУ 7881:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Номенклатура показників якості

7. ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та органо-мінеральні. Метод визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту
8. ДСТУ 7938:2015 Добрива органічні. Агрономічні вимоги щодо якості добрив для використання в органічному виробництві
9. ДСТУ 7949:2015 Добрива органічні. Метод визначення масової частки загального калію
10. ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини
11. ДСТУ 7369:2013 Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання
12. 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.
13. СОУ 41.00-37-688:2007 Води стічні та їх осадки в тваринництві та птахівництві. Компости на їх основі
14. РСТ 1959-85 Торф для виготовлення компостів. Технічні умови

Інформаційні ресурси

1. Навчально-інформаційний портал НУБіП України: <http://elearn.nubip.edu.ua/>
2. Наукова бібліотека НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/structure/library>
3. Електронні ресурси НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/node/3921>
4. Електронні ресурси мережі Інтернет