

**Національний університет біоресурсів та природокористування України**

Кафедра механізації тваринництва

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан механіко-технологічного факультету

\_\_\_\_\_ Я.М. Михайлович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри механізації тваринництва

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.С. Хмельовський

**Робоча програма навчальної дисципліни**

**«МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ БІОКОМПОСТУВАННЯ»**

(«Інженерія компостування»)

Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітній ступінь: Магістр

Механіко-технологічний факультет

**Викладач:**

д.т.н., с.н.с. Братішко В.В.

Київ – 2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Механізація процесів біокомпостування» для студентів, що навчаються за спеціальністю 208 «Агроінженерія», ОС «Магістр», НУБіП України, 2020 р. – 15 с.

Мова навчання – українська

Розробник: Братішко Вячеслав Вячеславович, в.о. зав. кафедри транспортних технологій та засобів у АПК, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри механізації тваринництва

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_\_.

Схвалено вченою радою механіко-технологічного факультету

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. № \_\_\_\_.

© НУБіП України, 2020 рік

© Братішко В.В., 2020 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Галузь знань	20 Аграрні науки та продовольство	
Спеціальність	208 Агроінженерія	
Освітній ступінь	Магістр	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в роб. навчальному плані)	–	
Форма контролю	Залік	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	–
Семестр	2	–
Лекційні заняття	30	–
Практичні, семінарські заняття	–	–
Лабораторні заняття	30	–
Самостійна робота	60	–
Індивідуальні завдання	–	–
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4	–

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни «Механізація процесів біокомпостування» 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 раціональні технології 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.

### 3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль		Тема	
1.	Передумови ефективного компостування органічної сировини	1.	Мета, основні задачі та принципи компостування
		2.	Мікробіологічні та біохімічні передумови компостування
		3.	Основні фактори, що впливають на ефективність компостування
		4.	Вплив процесів компостування на людину та довкілля
		5.	Органічна сировина для компостування та її властивості
2.	Техніко-технологічне забезпечення та організація ефективного компостування органічної сировини	1.	Технології компостування органічної сировини
		2.	Технологічні операції компостування
		3.	Організаційні питання компостування
		4.	Проектування компостного виробництва
		5.	Використання компостів

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>Змістовий модуль 1. Передумови ефективного компостування органічної сировини</b>						
Тема 1. Мета, основні задачі та принципи компостування	10	2		2		8
Тема 2. Мікробіологічні та біохімічні передумови компостування	15	4		4		8
Тема 3. Основні фактори, що впливають на ефективність компостування	15	4		4		8
Тема 4. Органічна сировина для компостування та її властивості	18	4		4		8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>32</b>
<b>Змістовий модуль 2. Техніко-технологічне забезпечення та організація ефективного компостування органічної сировини</b>						
Тема 1. Технології компостування органічної сировини	15	4		2		6
Тема 2. Технологічні операції компостування	40	4		6		6
Тема 3. Організаційні питання компостування	14	4		4		6
Тема 4. Проектування компостного виробництва	13	2		2		6
Тема 5. Використання компостів	10	2		2		4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>		<b>16</b>		<b>28</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>90</b>

## **5. Зміст навчальної дисципліни**

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.**

#### **Передумови ефективного компостування органічної сировини**

##### **Тема 1. Мета, основні задачі та принципи компостування**

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 та біохімічні передумови компостування**

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

Активне компостування та дозрівання. Аеробні та анаеробні процеси. 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 3. Основні фактори, що впливають на ефективність компостування**

Фізико-механічні властивості органічної сировини. Первинний субстрат, добавки та наповнювачі. Види та джерела поживних речовин.

Вплив показників температури, вологості, вуглецево-азотного співвідношення та кислотності рН на ефективність процесу компостування.

Контроль показників компостування та коригування процесу компостування.

##### **Тема 4. Органічна сировина для компостування та її властивості**

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.

Складання рецептів компостних сумішей. Основні якісні показники готового компосту та визначення його стабільності (зрілості).

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.**

### **Техніко-технологічне забезпечення та організація ефективного компостування органічної сировини**

#### **Тема 1. Технології компостування органічної сировини**

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. Компостування у компостних ємностях та спорудах. Контрольоване мікробне компостування.

Вибір раціональної технології компостування.

Утилізація небезпечних біологічних матеріалів компостуванням.

#### **Тема 2. Технологічні операції компостування**

Огляд та аналіз технічних засобів та обладнання для механізації окремих технологічних операцій приготування компостів.

Накопичення, зберігання та поводження з органічною сировиною. Подрібнення та формування бажаної структури органічної сировини. Змішування компонентів та формування буртів. Аерація буртів. Поводження з компостом в процесі його дозрівання. Накопичення компосту. Сепарація, сушіння та пакування компосту.

#### **Тема 3. Організаційні питання компостування**

Організація компостування з урахуванням сезонності виробництва та зміни погодних умов.

Контроль за процесом компостування та можливі труднощі при його реалізації. Визначення періоду завершення фази активного компостування.

Контроль та упередження утворення неприємних запахів, збереження азоту.

Безпека виробництва та охорона навколишнього природного середовища.

Нормативно-правова база України щодо поводження з органічним відходами та органічними добривами, виготовленими на їх основі.

#### **Тема 4. Проектування компостного виробництва**

Критерії вибору ділянки для організації виробництва компосту, вимоги до технологічних відстаней, ухилів тощо. Визначення загальної площі ділянки.

Екологічні, кліматичні та регіональні аспекти проектування виробництв.

Будівлі та споруди. Проектування компостних майданчиків на базі тваринницьких та птахівничих об'єктів.

Конфігурація та взаємне розташування компостних буртів.

### **Тема 5. Використання компостів**

Загальна оцінка економічної ефективності виробництва компостів.

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.

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні етапи процесу компостування. Зміст, тривалість, раціональні параметри.	2
2	Емісія парникових газів з гною тварин. Розрахунок емісії метану та закису азоту.	2
3	Сировина для компостування. Гній сільськогосподарських тварин. Норми виходу, обсяги, властивості. Розрахунок виходу гною.	2
4	Складання рецептури компостної суміші.	2
5	Технологічні процеси компостування. Перелік технологічних операцій та їх послідовність.	2
6	Дугові сита. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
7	Гвинтові сепаратори. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
8	Подрібнювачі компостної сировини. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
9	Машини для формування бургтів. Аератори-змішувачі. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
10	Машини та обладнання для сепарації компосту. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
11	Просіювачі компосту. Місце в технологічному процесі, принцип роботи, будова, основні характеристики.	2
12	Контроль параметрів процесу компостування.	2
13	Утворення неприємних запахів. Причини та способи уникнення. Утилізація органічних відходів компостуванням.	2
14	Проектування компостних виробництв. Вимоги до місця розташування та розрахунок виробничих площ.	2
15	Використання компостів. Нормативні вимоги до якісних показників.	2
	Разом	30

**7. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні задачі та принципи компостування	8
2	Мікробіологічні та біохімічні передумови компостування	8
3	Основні фактори, що впливають на ефективність компостування	8
4	Органічна сировина для компостування та її властивості	8
5	Технології компостування органічної сировини	6
6	Технологічні операції компостування	6
7	Управління процесом компостування	6
8	Організація компостного виробництва	6
9	Використання компостів	4
	Разом	60

## **8. Методи навчання**

Лекція – основна форма проведення аудиторних занять у вищому навчальному закладі, вона покликана формувати у студентів основи знань з відповідної наукової галузі, а також визначити напрямок, основний зміст і характер усіх інших видів навчальних занять та самостійної роботи студентів. Основне завдання лекційного заняття – викладання конкретних тем відповідно до програми навчальної дисципліни в логічній послідовності та взаємозв'язку.

Практичні заняття забезпечують закріплення та систематизацію теоретичних знань студентів та набуття ними необхідних навичок з питань особливостей національної економіки та інституціональних чинників та їх вплив на специфіку економічного розвитку. При проведенні практичних занять використовуються методичні вказівки, посібники-практикуми, підручники. Крім того, для проведення практичних занять використовуються зразки (фрагменти, макети) машин, установок, агрегатів, обладнання, прилади, фотостенди, плакати, відеофільми та комп'ютерне обладнання для виконання розрахункових та проектних робіт і отримання додаткової інформації з мережі Інтернет.

Самостійна та індивідуальна робота є основним засобом засвоєння матеріалу у вільний від аудиторних занять час на основі вивчення законодавчих актів, навчальної літератури, додаткових джерел, поточної інформації. Окрім того індивідуальні завдання передбачають виконання студентами завдань науково - дослідного, творчого характеру. Ці завдання спрямовані на підвищення рівня підготовки і розвиток індивідуальних творчих здібностей обдарованих студентів.

## **9. Форми контролю**

Контроль набутих знань здійснюється у таких формах: поточного контролю на практичних заняттях (опитування, тестування, виконання ситуаційних завдань), модульного контролю (контрольна робота після вивчення навчального матеріалу, об'єднаного в модуль чи змістовий модуль), підсумкового контролю – ПМК (поточний модульний контроль за підсумками вивченого матеріалу та складання заліку).

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

**Примітки.** 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи  $R_{НР}$  стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} \cdot K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)} \cdot K_{ЗМ}^{(n)})}{K_{ДИС}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де  $R_{ЗМ}^{(1)}, \dots, R_{ЗМ}^{(n)}$  – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$n$  – кількість змістових модулів;

$K_{ЗМ}^{(1)}, \dots, K_{ЗМ}^{(n)}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС} = K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + K_{ЗМ}^{(n)}$  – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$  – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$  – рейтинг штрафний.

За умови  $K_{ЗМ}^{(1)} = \dots = K_{ЗМ}^{(n)}$  наведену формулу можна представити у вигляді:

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

**Рейтинг з додаткової роботи  $R_{ДР}$**  додається до  $R_{НР}$  і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

**Рейтинг штрафний  $R_{ШТР}$**  не перевищує 5 балів і віднімається від  $R_{НР}$ . Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

## 11. Методичне забезпечення

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни.
2. Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни.
3. Нормативні документи.

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Шевчук В.Я. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини / Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляєв В. М. – К. : 2001. – 205 с.
2. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2009. – 45 с.
3. 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.
4. Касимов А.М. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование. Учебное пособие / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко. – Харьков : ХНАГХ, 2006. – 301 с.

### Допоміжна

1. Механіко-технологічні основи процесів виробництва органічної продукції рослинництва: монографія / Голуб Г.А., Кухарець С.М., Марус О.А., Павленко С.І., Лопатько К.Г., Скоробогатов Д.В. – К.: НУБіП України, 2017. – 431 с.
2. Epstein, E. Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management. – CRC Press, 2011 – 340 p.
3. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г.А. Голуб // Монографія. – Київ, Аграрна наука, 2007. – 332 с.
4. Compost science and technology / edited by L.F. Diaz, M.de Bertoldi, W. Bidlingmaier, and E. Stentiford. – Amsterdam : Elsevier , 2007. – 364 p.
5. Технологія одержання та застосування органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод (рекомендації). К., 2000. – 26 с.
6. Epstein, E. The Science of Composting. – Florida, USA: CRC Press, 1997. – 489 p.
7. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / [Китун А.В., Передня В.И., Романюк Н.Н., Голуб Г.А., Павленко С.И.] К.: НУБіП України, 2017. – 459 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 визначення 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 УССР 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