

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
ім. С.Т. Вознюка

05-01-321М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та самостійної роботи
з навчальної дисципліни
«Утилізація та знешкодження відходів агросфери»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201
«Агрономія» денної та заочної форм навчання з елементами
дуальної освіти

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІАЗ
Протокол № 10 від 23.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Утилізація та знешкодження відходів агросфери» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання з елементами дуальної освіти. [Електронне видання] / Кучерова А. В. – Рівне : НУВГП. 2024. – 31 с.

Укладач: Кучерова А. В., старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка.

Відповідальна за випуск: Колесник Т. М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувачка кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка.

Керівник групи забезпечення

Освітньо-професійна програма «Агрономія»
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Колесник Т. М.

© А. В. Кучерова, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Зміст освітньої компоненти.....	4
2. Рекомендації до виконання практичних робіт.....	6
3. Рекомендації здобувачам освіти які навчаються за дуальною формою.....	25
4. Приклади тестів для самоконтролю знань.....	26
5. Рекомендації до виконання самостійної роботи.....	30
6. Рекомендована література.....	31

Вступ

Метою вивчення даного курсу є формування цілісного уявлення про відходи агросфери та шляхи їх знешкодження та утилізації.

Завдання:

- ознайомлення з класифікацією відходів агросфери,;
- вивчення методів знешкодження токсикантів і механізмів утилізації відходів;
- аналіз причин загострення екотоксикологічної ситуації територій агрокомплексів.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- класифікацію відходів агросфери;
- шляхи утворення, видалення, зберігання, обробки та використання відходів агросфери;
- правила поводження з токсичними відходами;
- технології знешкодження непридатних до застосування пестицидів.

уміти:

- прогнозувати об'єми накопичення відходів агросфери;
- застосовувати на практиці технології аеробної, анаеробної біоферментації відходів;
- контролювати умови зберігання, транспортування, внесення добрив і засобів захисту рослин;
- проводити системну екологічну оцінку стану ґрунтового покриву в умовах використання засобів хімізації та відходів агросфери в якості добрив.

1. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Класифікація відходів агросфери.

Предмет і завдання курсу „Утилізація та знешкодження відходів агросфери”. Визначення основних понять, термінологія курсу. Стан вивченості проблеми. Нормативна база курсу. Класифікаційні угруповання відходів виробництва продукції сільського господарства. Обсяги утворення відходів АПК.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Назвіть основні нормативно-правові документи в сфері поводження з відходами.
2. Якими є обсяги утворення відходів АПК в Україні?
3. Назвіть класифікаційні угруповання відходів виробництва продукції сільського господарства

Тема 2. Відходи тваринництва та поводження з ними.

Класифікація відходів тваринництва, птахівництва та їх загальна характеристика (гній підстилковий, гній безпідстилковий, пташиний послід). Способи видалення, транспортування, знезараження, зберігання і використання.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть класифікацію і хімічний склад відходів тваринництва.
2. Які є підходи щодо підготовки рідкого гною до зберігання?
3. Яку небезпеку для навколишнього середовища несуть відходи тваринництва та птахівництва?

Тема 3. Відходи рослинництва та напрямки їх використання.

Класифікація відходів рослинництва. Обсяги утворення відходів рослинництва. Використання в біоенергетиці, кормо виробництві, в якості підстилки для сільськогосподарських тварин, в якості добрив та ґрунтозахисних засобів, для виробництва будівельних матеріалів

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть класифікацію і хімічний склад відходів рослинництва.

2. Яку небезпеку для навколишнього середовища можуть мати відходи рослинництва.
3. Охарактеризуйте накопичення відходів під час переробки рослинницької продукції та шляхи їх утилізації.

Тема 4. Технології переробки відходів органічного походження.

Технології виробництва енергії з біомаси. Мікробіологічні, біохімічні і технологічні основи процесу компостування органічних матеріалів. Переробка органічних відходів за допомогою анаеробного бродіння. Переробка органічних відходів за допомогою вермикультури.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Яким є світовий досвід з використання відходів сільського господарства для виробництва енергії?
2. Що собою являє процес компостування, які фактори на нього впливають? Назвіть і охарактеризуйте стадії компостування.
3. Що являє собою процес вермикультування?

Тема 5. Виявлення, зберігання, знешкодження непридатних та заборонених до використання пестицидів і агрохімікатів.

Причини накопичення запасів непридатних пестицидів. Інвентаризація запасів. Ідентифікація. Термічні, фізико-хімічні, біологічні методи знешкодження непридатних та заборонених до використання пестицидів. Очистка ґрунтів забруднених пестицидами.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Якими є обсяги накопичення непридатних та заборонених пестицидів?
2. Що призводить до їх накопичення?
3. Класифікація методів знешкодження непридатних та заборонених до використання пестицидів.

2. Рекомендації до виконання практичних робіт

Практична робота 1 Розрахунок виходу екскрементів та рідкого гною з тваринницьких комплексів

Мета роботи: ознайомитись зі складом екскрементів основних виробничих груп тварин, засвоїти методики розрахунку добового та річного виходу екскрементів, рідкого гною або стоків з тваринницьких комплексів

Дані про добову кількість екскрементів, отриманих від однієї тварини на підприємствах, що розводять велику рогату худобу (ВРХ), наведені в табл.1.

Таблиця 1
Добовий вихід екскрементів (кг) від ВРХ

Екскременти	Бички	Корови	Телята віком до 6 міс. і до 4 міс. на відгодівлі	Молодняк на відгодівлі			Молодняк репродукторний	
				Віком 4-6 міс	Віком 6-12 міс	Старше 12 міс	Віком 6-12 міс	Віком 12-18 міс
Кал	30	35	5	10	14	23	10	20
Сеча	10	20	2,5	4	12	12	4	7
Всього	40	55	7,5	14	26	35	14	27

Середня вологість екскрементів: у корів молочних порід – 88%, у бичків, молодняка, м'ясної худоби і телят – 86%, зольність сухої речовини – 16%.

Дані про добовий вихід і вологість екскрементів від однієї тварини при повноцінному годуванні концентрованими кормами на свинофермерських підприємствах наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Добовий вихід екскрементів від свиней

Показник	Кабани	Свиноматки			Поросята відлучені масою до 30кг	Свині відгодовані масою, кг		
		Холості	Супоросні	Підсосні		До 40	40-80	Більше 80
Екскременти, кг/добу	11,1	8,8	10,0	15,3	2,4	3,5	5,1	6,6
Вологість, %	89,1	90,8	91,0	90,1	86,0	86,6	87,0	87,5

Дані про добовий вихід посліду птахів наведені в табл.3.

Таблиця 3

Добовий вихід екскрементів (в грамах) від птахів

Вид птаха	Доросле поголів'я
М'ясні кури	276-300
Індички ремонтні	450
Качки	420
Гуси	584

Вологість пташиного посліду складає в середньому 55-65%.

Добовий вихід екскрементів (M_e , кг) з ферми (комплекса) можна розрахувати за формулою:

$$M_e = \sum_1^m M_{ej} p_j \quad (1 < j < m) \quad (1)$$

де : M_{ej} – добовий вихід екскрементів від однієї тварини виробничої групи; p_j – поголів'я тварин даної виробничої групи, що одночасно утримуються на фермі (приймається у відповідності до обороту стада); m – кількість виробничих груп на фермі.

Річний вихід екскрементів з ферми при цілорічному стійловому безвигульному утриманні тварин можна розрахувати, помноживши їх добовий вихід на 365 днів, при стілово-пасовищному утриманні

тварин з використанням вигульно-кормових загонів річний вихід екскрементів на 30% нижче через втрату їх на пасовищі.

Вміст в екскрементах основних біогенних речовин наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вміст основних біогенних речовин в екскрементах великої рогатої худоби та свиней, % природної речовини

Вид екскрементів	Вода	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Кальцій (CaO)
ВРХ					
Кал	83,6	0,29	0,17	0,10	0,35
Сеча	93,8	0,58	0,00	0,49	0,01
Суміш	86,7	0,38	0,12	0,22	0,25
Свині					
Кал	82,0	0,60	0,41	0,26	0,09
Сеча	96,7	0,43	0,07	0,63	0,00
Суміш	90,3	0,51	0,22	0,46	0,05

Підстилкові (вологопоглинаючі) матеріали.

В якості підстилкових використовують найрізноманітніші матеріали: солому, торф, мох, листя дерев, тирсу.

Хімічний склад підстилкових матеріалів наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Хімічний склад найбільш розповсюджених підстилкових матеріалів, % до природної речовини

Підстилковий матеріал	Вода	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)
Солома пшенична	14,3	0,48	0,22
Тирса	25,0	0,20	0,30
Торф моховий	40,0	1,20	0,20

Технологічна вода.

На тваринницьких фермах багато води використовують для миття та дезинфекції технологічного обладнання і апаратів, підлоги. При безпідстилковому утриманні тварин в більшості випадків використовують гідравлічні системи видалення гною, для забезпечення надійної роботи яких також необхідна вода. Маса технологічної води в основному залежить від системи гноєвидалення і методу очищення станків (стіл) від екскрементів. При сухому механічному очищенні підлоги і транспортерній або самостійній системах гноєвидалення використання води складає 20-100% від виходу екскрементів; при лотково-змивній і змивній безканалній системах з сухою чисткою підлоги – 200-250%, а при лотково-змивній системі з миттям підлоги – 500-600%.

Залишки кормів.

Разом з відходами з тваринницьких приміщень доводиться також видаляти деяку кількість кормів – малоприматні у їжу включення, а також корм, випадково викинутий з годівниць і затоптаний тваринами.

Побічні включення.

До них відносяться тріски, палки, шматки тканини, паперу, каміння, металеві предмети, пісок, ґрунт тощо.

Рідкий гній і гнойові стоки.

Рідкий гній і стоки являють собою суміш, до складу якої окрім екскрементів тварин, входить технологічна вода від миття обладнання і втрачена з автопоїлок, рештки кормів, побічні включення, деяка кількість підстилкового матеріалу. В залежності від масової частки перерахованих компонентів вологість гною може складати 90-99%. Від цього залежить вихід гною і стоків. Рідкий гній отримують при використанні транспортерної або самостійної системи гноєвидалення при безпідстилковому або з незначним використанням підстилки (не більше 1.5 кг/добу на корову) утриманні тварин, а гнойові стоки – при використанні гідрозмивної системи.

Добовий вихід рідкого гною або стоків (M_r , кг) розраховують за формулою:

$$M_r = M_e + B + П + K + Z \quad (2)$$

де: M_e - добовий вихід екскрементів з ферми, кг; B – маса технологічної води, що потрапляє в систему гноєвидалення на добу, кг; $П$ – маса підстилки, що використовується на фермі на добу, кг; K

– маса кормів, що потрапили в систему гноєвидалення, кг; З – маса землі, піску та інших побічних включень, кг.

При транспортерній та самостічній безперервної дії системах гноєвидалення воду у канали доливають тільки при запуску самостічної системи і періодичному дезінфекційному промиванні каналів і станків. Тому в розрахунках враховують лише неминучі втрати води з автопоїлок, яка складає (0,2-0,5) М_с. При самостічній системі періодичної дії (відстійно-лоткової) в канали гноєвидалення можна скидати воду від миття технологічного обладнання. Тоді загальна маса технологічної води приймається (0,5-1) М_с.

Підстилку при самостічній системі безперервної дії не використовують, а у всіх інших випадках її маса може складати до 0.03 М_с. Якщо використовують підстилку і гідравлічне прибирання гною, то витрату води приймають максимальною. Корм, що потрапляє в систему гноєвидалення, складає до 0.1 М_с на свинофермах і до 0.05 М_с – на фермах ВРХ. Однак для надійної роботи самостічних систем на фермах ВРХ необхідно виключити можливість потрапляння грубих кормів і силоса в систему гноєвидалення. Сторонні включення приймають рівними (0.01-0.02) М_с.

Завдання

1. Розрахувати добовий вихід екскрементів від усіх технологічних груп тварин, що утримуються на тваринницькому комплексі.
2. Розрахувати річний вихід екскрементів від усіх технологічних груп тварин, що утримуються на тваринницькому комплексі при цілорічному стійловому безвигульному утриманні тварин та стілово-пасовищному утриманні тварин з використанням вигульно-кормових загонів.
3. Розрахувати добовий вихід рідкого гною або стоків з тваринницького комплексу.

Практична робота 2

Технологічний розрахунок системи розділення гною на фракції

Мета роботи: ознайомитись і засвоїти методику розрахунку матеріальних потоків системи розділення гною на фракції.

Тверді і рідкі фракції.

З економічних міркувань, рідкий гній бажано, а гнойові стоки необхідно розділяти на тверду і рідку фракції. В цьому випадку

зменшуються витрати на будівництво сховищ, так як тверду фракцію можна зберігати в буртах на майданчиках, а для зберігання рідкої фракції, яка не потребує гомогенізації, можна використовувати дешеві земляні резервуари з плівковим покриттям.

Спрощуються роботи по внесенню добрив в ґрунт, так як фракції гною мають більш однорідний склад, легше транспортуються і більш рівномірно розподіляються по поверхні поля. При розділенні гною в тверду фракцію необхідно намагатись виділити якомога повніше тверду фазу гною (стоків) з тим, щоб в рідкій фракції лишилося якомога менше завислих речовин, здатних до осідання в сховищах. Одночасно переслідують й іншу мету – отримати тверду фракцію вологістю не менше 75 %, в якій можуть інтенсивно протікати біотермічні процеси, що забезпечують її знезараження.

Кількість і хімічний склад фракцій передусім залежать від вологості і хімічного складу вихідного матеріалу (рідкого гною або гнойових стоків).

Крім того, ці показники залежать від методу розподілу на фракції, так як ними визначається ефект освітлення (Е, %) суспензії, який характеризує масову частку завислих речовин виділених з вихідного матеріалу в тверду фракцію:

$$E = (ZP_v - ZP_p) / ZP_v \cdot 100 \quad (3)$$

де: ZP_v , ZP_p – питома маса завислих речовин відповідно у вихідному матеріалі і в рідкій фракції, отриманої в результаті обробки його на обладнанні по розділенню на фракції, кг/м³.

Відносний вихід рідкої фракції (f), що отримується в результаті розділення вихідного матеріалу на будь якому етапі, визначають із співвідношення:

$$f = M_p / M_v = (B - D) / (B - D(1 - 0,01E)) \quad (4)$$

$$B = C_o - C_d \quad (5)$$

$$D = 100T_v / M_v (1 - 0,01C_d) \quad (6)$$

де: M_v – маса вихідного матеріалу, що потрапляє на установку по розділенню, кг; M_p – маса рідкої фракції, отриманої в результаті обробки вихідного матеріалу на обладнанні по розділенню, кг; C_o – відносний вміст сухої речовини в твердій фракції (осаді). Для осадів, що отримані у вертикальних і горизонтальних відстійниках C_o – 6-10 %; з віброгрохота – 10-15 %; з фільтруючих центрифуг 20-25 %; з осаджувальних центрифуг і шнекового пресу – 30-35 %; T_v - суха маса твердої фази вихідного матеріалу що потрапляє на установку по розділенню, кг; E – ефект освітлення суспензії, що

складає: для відстійників – 80-90 %; для віброфільтрів і фільтруючих центрифуг – 40-65 %; для осаджувальних центрифуг – 70-80 %.

Слід розрізняти поняття тверда фаза і тверда фракція. Тверда фаза – це тільки нерозчинені речовини, що містяться в суспензії. Тверда фракція – це продукт виділений із суспензії, що включає в себе як завислі речовини, так і рідину.

Якщо вихідним матеріалом є гній, то суху масу його твердої фази (T_r) визначають із співвідношень:

$$T_r = 6 \cdot 10^{-3} C_r M_r \quad - \text{ для гною ВРХ} \quad (7)$$

$$T_r = 7,25 \cdot 10^{-3} C_r M_r \quad - \text{ для гною свиней} \quad (8)$$

В усіх інших випадках T_r визначають окремим розрахунком.

Потрібно мати на увазі, що рідка фаза відрізняється від рідкої фракції тим, що в ній повністю відсутні завислі речовини. Відносний вміст сухої речовини в дисперсійному середовищі гною (C_d , %) наступний:

$$C_d = 40 C_r / (100 - 0,6 C_r) \quad - \text{ для гною ВРХ} \quad (9)$$

$$C_d = 27,5 C_r / (100 - 0,725 C_r) \quad - \text{ для гною свиней} \quad (10)$$

де: C_r – відносний вміст сухої речовини в рідкому гною, %.

$$C_r = 100 - W_r \quad (11)$$

де: W_r – відносна вологість рідкого гною, %.

Маючи відносний вихід рідкої фракції, визначають масу рідкої фракції (M_p) і осаду, або твердої фракції (M_o), отриманих в процесі обробки вихідного матеріалу:

$$M_p = f M_b \quad (12)$$

$$M_o = (1 - f) M_b \quad (13)$$

Потім визначають вологість рідкої фракції :

$$W_p = (W_b - W_o (1-f)) / f \quad (14)$$

де: W_o – відносна вологість осаду (твердої фракції).

Питому вагу завислих речовин, що містяться в рідкій фракції, визначають з рівняння:

$$ZP = (T_b p_b) / M_b (1 - 0,01E) \quad (15)$$

де: p_b – щільність вихідного матеріалу ($\text{кг}/\text{м}^3$), що визначають з рівнянь (16, 17):

$$p_b = 130 \cdot 10^3 / (130 - 0,3 C_b) \quad (16)$$

$$p_b = 1000 + 2,4 C_b \quad (17)$$

В тому випадку, якщо продукти обробки гною після установки з розділення додатково проходять механічну обробку, наприклад рідка фракція освітлюється відстоюванням або іншим методом, а

тверда фракція додатково зневоднюється пресуванням, то подальший розрахунок ведуть за вищенаведеними формулами (3-17), підставляючи в них відповідні дані по фракціях, що піддаються обробці і продуктах їх обробки.

Завдання

1. Зробити технологічний розрахунок системи розділення на фракції рідкого гною та гнойових стоків за вихідними даними.

Практична робота 3

Розрахунок розподілу біогенних елементів при розділенні гною на фракції

Мета роботи: ознайомитись і засвоїти методику розрахунку системи розподілу біогенних елементів при розділенні рідкого гною або гнойових стоків на фракції

Розрідження екскрементів водою змінює масову частку біогенних елементів в гної, яка прямопропорційна масовій частці сухої речовини в ньому і для будь-якого елемента (азот, фосфор, калій, кальцій) може бути розрахована за формулою:

$$B_r = B_e \frac{C_r}{C_e}, \quad (18)$$

де: B_r , B_e – масова частка біогенного елемента відповідно в гної та екскрементах, % до натуральної речовини. C_r , C_e – масова частка сухої речовини відповідно в гної та екскрементах, % до натуральної речовини; B – приймають за таблицею 4; C_e - визначають з врахуванням таблиці 4.

При розділенні гною на фракції біогенні елементи гною переходять як в рідку, так і в тверду фракції. Масова частка елементів, що переходять в ту чи іншу фракцію, залежить від масової частки цих фракцій по відношенню до вихідного матеріалу і вмісту в них сухої речовини і вологи.

В гної свиней (гнойових стоках) майже 40% азоту знаходиться в білковій формі, а в гної великої рогатої худоби близько 55%. Залишковий азот знаходиться в амонійній розчинній формі. Тому амонійний азот розподіляється у фракціях пропорційно загальній масі вологи в них, а білковий, що знаходиться в основному в складі колоїдних сполук - пропорційно загальній масі сухої речовини цих сполук .

Фосфор знаходиться у вигляді нерозчинних сполук і розподіляється пропорційно загальній масі сухої речовини, що знаходиться у фракціях, а калій, що знаходиться в розчинному стані - пропорційно загальній масі вологи. При механічній обробці гною (розділенні на фракції) втрачається до 15% амонійного азоту. Фосфор, калій і білковий азот переходять у фракції без втрат.

В зв'язку з тим, що значна частка колоїдних сполук, до складу яких входить білковий азот, переходить у рідку фракцію, він розподіляється по фракціях пропорційно їх сухій речовині. Масову частку загального азоту, що є у фракціях гною (стоків) з урахуванням втрат амонійної форми, для гною свиней розраховують за формулами:

$$N_T = N_G \left(0,24 \frac{C_T}{C_G} + 0,57 \frac{W_T}{W_G} \right), \quad (19)$$

$$N_P = N_G \left(0,5 \frac{C_P}{C_G} + 0,57 \frac{W_P}{W_G} \right), \quad (20)$$

Для гною великої рогатої худоби :

$$N_T = N_G \left(0,3 \frac{C_T}{C_G} + 0,43 \frac{W_T}{W_G} \right), \quad (21)$$

$$N_P = N_G \left(0,8 \frac{C_P}{C_G} + 0,43 \frac{W_P}{W_G} \right), \quad (22)$$

де: N_G , N_T , N_P – масова частка загального азоту відповідно в вихідному гної (гнойових стоках), твердій і рідкій фракціях, %; C_G , C_T , C_P – масова частка сухої речовини відповідно в вихідному гної, твердій і рідкій фракціях, %; W_G , W_T , W_P – відносна вологість відповідно вихідного гною (гнойових стоків), твердої і рідкої фракцій, %.

Для розрахунку масової частки фосфору (P_2O_5) і калію (K_2O) у фракціях гною застосовують формули:

$$P_f = P_G \frac{C_f}{C_G}, \quad (23)$$

$$K_f = K_G \frac{W_f}{W_G}, \quad (24)$$

де: P_G і P_f – масова частка фосфору відповідно в вихідному гної, у фракціях гною (твердій або рідкій), % ; K_G , K_f – масова частка

калію відповідно в вихідному гної, фракціях гною (твердій або рідкій), % ; Сф – масова частка сухої речовини фракції гною (твердої або рідкої), % ; Wф - відносна вологість фракції гною (твердої або рідкої), %.

Завдання

1. Визначити масову частку азоту, фосфору, калію в рідкому гної або гнойових стоках, що підлягають розділенню.
2. Визначити масову частку азоту, фосфору, калію в фракціях, отриманих в процесі розділення.

Практична робота 4

Аналіз технологічних схем утилізації гною

Мета роботи: ознайомитись з основними технологічними схемами утилізації гною на тваринницьких комплексах.

Процеси видалення, обробки, зберігання, транспортування й внесення в ґрунт добрив об'єднують в механізовані технологічні схеми, деякі з яких представлені на рисунках 1-5.

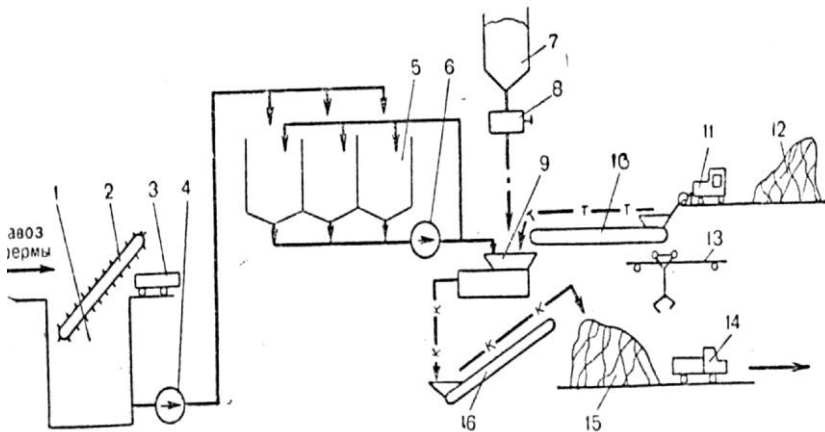


Рис. 1 Схема приготування торфо-гнойових компостів

1 – резервуар приймальний; 2 – відокремлювач крупних включень; 3 – причеп; 4, 6 – насоси фекальні; 5 – сховище карантинне; 7 – бункер мінеральних добавок; 8 – дозатор; 9 – змішувач; 10, 16 – транспортери; 11 – бульдозер; 12 – склад торфу; 13 – кран-балка; 14 – транспорт мобільний; 15 – бургт готової продукції.

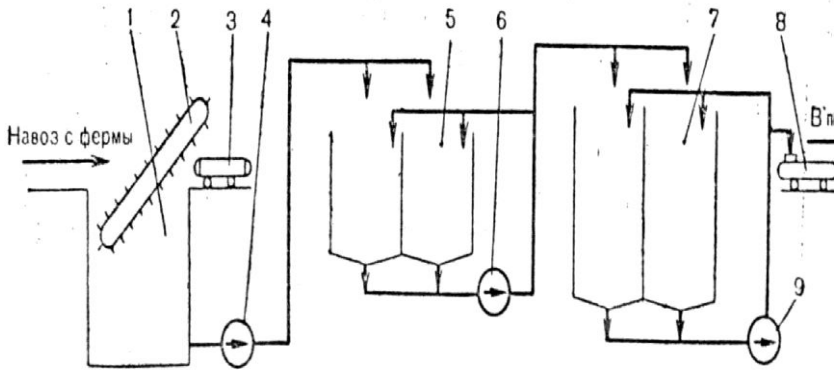


Рис. 2 Схема виготовлення гомогенізованого рідкого гною
 1 – резервуар приймальний; 2 – відокремлювач крупних включень;
 3 – причеп; 4, 6, 9 – насоси; 5 – сховище карантинне; 7 – сховище
 гомогенізоване; 8 – розпилювач рідких органічних добрив.

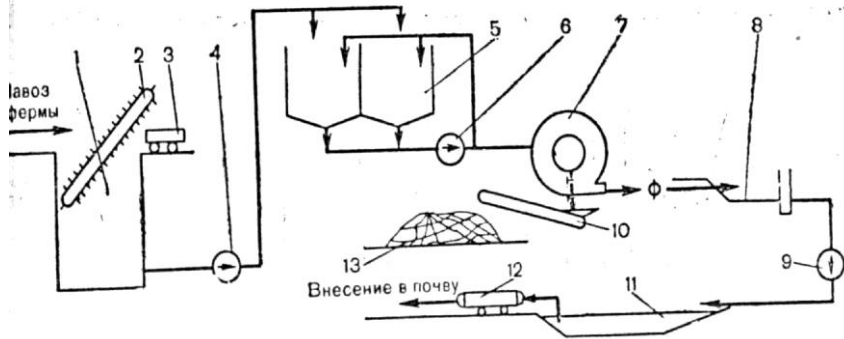


Рис. 3 Схема приготування твердої та рідкої фракцій
 1 – резервуар приймальний; 2 – відокремлювач крупних включень;
 3 – причеп; 4, 6, 9 – насоси; 5 – сховище карантинне; 7 – установка
 для розділення гною на фракції; 8 – відстійник-накопичувач
 горизонтальний; 10 – транспортер; 11 – польове сховище для рідкої
 фракції; 12 - розпилювач рідких добрив; 13 – бургт твердої фракції.

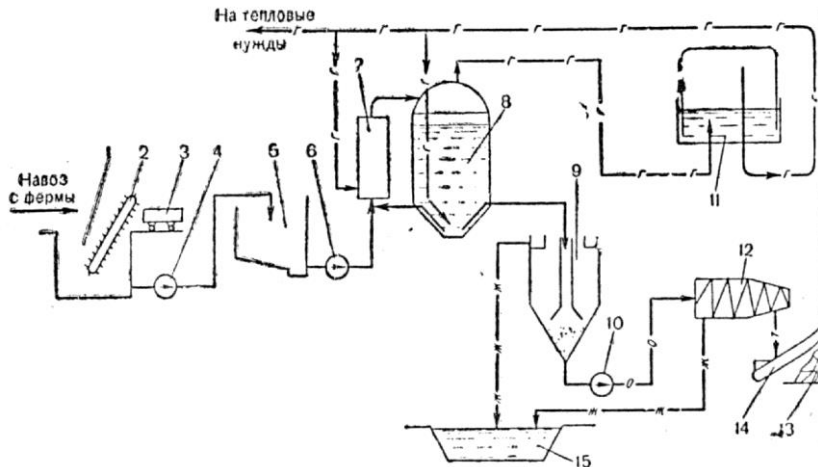


Рис. 4 Схема переробки рідкого гною в метантенках

1 – резервуар приймальний; 2 – відокремлювач крупних включень; 3 – причеп; 4, 6, 10 – насоси; 5 – гноснакопичувач; 7 – підігрівач; 8 – метантенк; 9 – відстійник; 11 – газгольдер; 12 – сепаратор; 13 – борт твердої фракції; 14 – транспортер; 15 – сховище для зберігання рідкого добрива.

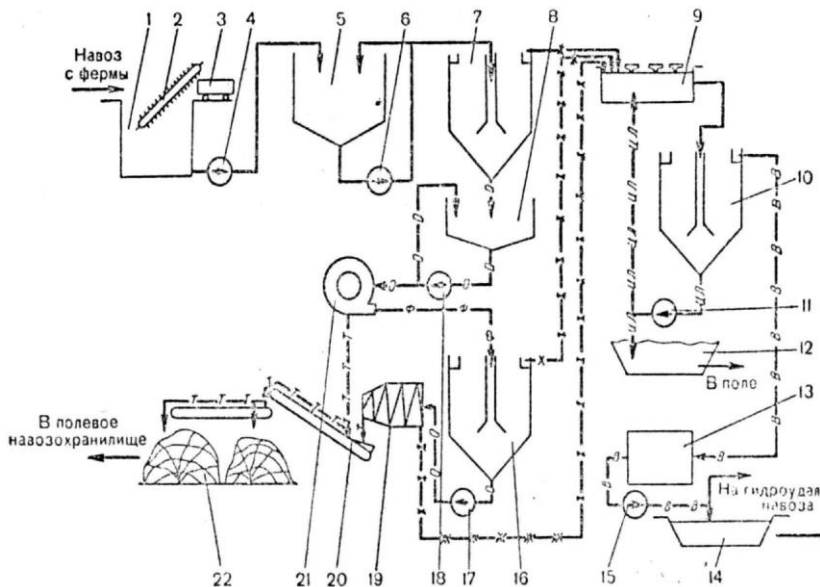


Рис. 5 Схема переробки гнойових стоків

1 – резервуар приймальний; 2 – відокремлювач крупних включень; 3 – причеп; 4, 6, 11, 15, 17, 18 – насоси; 5 – гноєнакопичувач; 7 – відстійник первинний; 8 – збірник осаду; 9 – аеротенк; 10 – відстійник вторинний; 12 – мулосховище; 13 – установка для знезараження очищеної рідини; 14 – став біологічний; 16 – відстійник фільтрату; 19 – центрифуга осаджувальна; 20 – транспортер; 21 – центрифуга фільтруюча; 22 – карантинний майданчик твердої фракції.

Завдання

1. Проаналізувати основні технологічні схеми утилізації гною.

Практична робота 5

Розрахунок оптимальних норм внесення в ґрунт відходів органічного походження.

Мета роботи: ознайомитись з санітарно-гігієнічною регламентацією застосування в якості добрив осадів стічних вод та інших відходів органічного походження; засвоїти методику розрахунку їх оптимальних норм внесення

Принцип розрахунку норм відходів полягає в тому що сумарний вміст токсиканту в ґрунті має не перевищувати встановлених граничних концентрацій:

$$\Phi + Д < \text{або} = \text{ГДК}, \quad (25)$$

де: Φ – фоновий вміст токсиканту в ґрунті до внесення відходів, мг/кг; $Д$ – додаткове надходження токсиканту в орний шар ґрунту з відходами, мг/кг; ГДК – гранично допустима концентрація токсиканту, мг/кг ґрунту.

ГДК важких металів у ґрунті, що наведена в таблицях 6 і 7 у мг/кг, перераховують у кг/га за формулою:

$$\text{ГДК, мг/кг} \times 3 = \text{ГДК, кг/га}, \quad (26)$$

де: 3 – коефіцієнт для перерахунку на орний шар ґрунту.

Граничну норму важкого металу у відходах розраховують за формулою:

$$Д_1 = (\text{ГДК} - \Phi) K_1 K_2 K_3, \quad \text{кг/га}, \quad (27)$$

де: ГДК – гранично допустима концентрація важкого металу в ґрунті, кг/га; Φ – фоновий вміст важкого металу в ґрунті, кг/га; K_1 – коефіцієнт поправки на вміст гумусу в ґрунті; K_2 – коефіцієнт

поправки на гранулометричний склад ґрунту; K_3 – коефіцієнт поправки на кислотність ґрунту (табл.8).

Норму осаду або інших відходів визначають за формулою:

$$D_v = D_1 / C, \quad (28)$$

де: D_v – норма відходів, т сухої речовини на 1га; D_1 – допустима норма важкого металу, кг/га; C – вміст важкого металу у відходах, кг/т сухої речовини. Перерахунок важкого металу за таблицями 6 і 7 з мг/кг у кг/т здійснюють за формулою:

$$C = П \times 0,01, \quad (29)$$

де: $П$ – показник концентрації важкого металу, мг/кг сухої речовини.

Таблиця 6

Граничні концентрації важких металів, що допускаються для осадів стічних вод (за зарубіжної літератури)

Елемент	Осад, мг/кг сухої речовини			
	ФРН	Франція	Швеція	Фінляндія
Ванадій	-	-	-	-
Мідь	1200	1500	1500	3000
Фосфор	-	-	-	-
Хром	1200	200	200	1000
Кадмій	20	15	15	30
Кобальт	-	20	-	100
Ртуть	-	6	-	-
Марганець	-	500	500	3000
Нікель	200	100	100	500
Цинк	3000	3000	3000	5000
Свинець	1200	300	300	1200

Таблиця 7

Вміст деяких хімічних елементів в орних землях, мг/кг
(за Реуце і Кирстя, 1986)

Елемент	Фоновий вміст	Максимальний вміст у забруднених ґрунтах	ГДК
Миш'як	0,1 – 20	8000	20
Бор	5 – 20	1000	25
Берилій	0,1 – 5	2300	10
Бром	1 – 10	600	10
Кадмій	0,01 – 1,0	200	3
Кобальт	1 – 10	800	50
Хром	2 – 50	20000	100
Мідь	1 – 20	22000	100
Фтор	50 – 200	8000	200
Галій	0,1 – 10	300	10
Ртуть	0,01 – 1,0	500	2
Молібден	0,2 – 5,0	200	5
Нікел	2 – 50	10000	50
Свинець	0,1 – 20	4000	100
Селен	0,01 – 5	1200	10
Сурма	0,01 – 5	1200	5
Олово	1 – 20	800	50
Талій	0,01 – 0,5	40	1
Титан	10 – 5000	20000	5000
Уран	0,01 – 1	115	5
Ванадій	10 – 100	1000	50
Цинк	3 – 50	20000	300
Цирконій	1 – 300	6000	300

Таблиця 8

Коефіцієнти поправки на вміст гумусу, гранулометричний склад ґрунту, кислотність ґрунтового розчину (K_1 , K_2 , K_3)

Вміст гумусу, %	K_1	Гранулометричний склад ґрунту	K_2	pH	K_3
0,5-1,0	0,6	Піщані і супіщані	0,7	До 6,5	0,7
1,0-2,0	0,8	Легкосуглинкові	0,9	6,5-7,0	0,8
2,0-3,0	0,9	Середньо і важкосуглинкові та глинисті	1,0	7-7,5	1,0
Понад 3	1,0	Теж	1,0	>7,5	1,0

Завдання

1. Розрахувати норми внесення осадів стічних вод, з урахуванням санітарно-гігієнічної регламентації за запропонованою методикою.

Практична робота 6

Розрахунок швидкості розпаду пестицидів в рослині та ґрунті

Мета роботи: засвоїти методику розрахунку швидкості розпаду пестицидів в рослині та ґрунті за допомогою диференціальних рівнянь.

Метаболізм пестицидів у рослинах та ґрунті обумовлюється не тільки хімічними властивостями речовин але й механізмом його взаємодії з рослинами та ґрунтовым середовищем.

При обробці сільськогосподарських угідь пестицидами частина їх втрачається внаслідок видування вітром, розпилення в атмосфері з потоками повітря, що піднімаються догори, променевої дії та інших явищ. В залежності від технології застосування та фізичних властивостей препаративної форми на рослини та ґрунт попадає 40 - 70% норми витрат, створюючи початковий запас токсичної речовини.

Подальші кількісні та якісні зміни пестициду, що осів на ґрунті, проходять під впливом умов навколишнього середовища в результаті розведення, переміщення за межі обробленого поля та хімічних перетворень.

Суттєвий вплив на відносний вміст пестицидів у рослинах має також інтенсивність їх росту. Концентрація препарату в тканинах зменшується через розведення його внаслідок приросту рослинної маси.

Розкладання пестицидів на поверхні та всередині рослин, в ґрунті відбувається під дією різних хімічних факторів. Швидкість метаболізму пестицидів в об'єктах зовнішнього середовища визначається законами хімічної кінетики.

Слід відзначити, що детальне вивчення цих процесів на сучасному теоретичному і науковому рівнях потребує детальної характеристики окремих стадій реакції, що не завжди можливо, тому в практиці хімічної кінетики прийнято більш вузький опис механізму метаболічних реакцій як сукупності стадій. При цьому роблять припущення, що стадії є простими і складаються з елементарних реакцій, кінетика яких визначається законом діючих мас.

Для опису кінетики розпаду пестицидів можна використати таке рівняння :

$$\frac{dC(o)}{dt} = -kC(t) \quad (30)$$

рішення якого має вигляд :

$$C(t) = C(o) \cdot e^{-kt}, \quad (31)$$

де $C(t)$ – кількість пестицида, що зберігся до часу t ; $C(o)$ - початкова концентрація пестицида; k – константа швидкості реакції розпаду пестицида; t - час

Основним параметром хімічної кінетики є швидкість реакції , для позначення якої використовується константа k , яку можна обчислити за допомогою рівняння :

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{C(o)}{C(t)}, \quad (32)$$

Для характеристики часу деструкції пестицидів використовують таке поняття як “період напіврозпаду”, тобто це проміжок часу , протягом якого початкова концентрація речовини зменшується наполовину. Знаючи константу швидкості реакції k , період напіврозпаду $T_{1/2}$ можна обчислити за формулою :

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{k} \quad (33)$$

З рівняння (28) виходить, що $k = \frac{0,693}{T_{1/2}}$

таким чином рівняння (26) можна записати у вигляді:

$$C(t) = C(0) \cdot e^{-\frac{0,693t}{T_{1/2}}} = C(0) \cdot e^{-kx} \quad (34)$$

Рівняння (29) зручне для обчислення швидкостей розпаду пестицидів у рослинах та ґрунті.

Виходячи з офіційних даних по гранично-допустимих концентраціях (ГДК) в харчових продуктах, фуражі та кормах, за допомогою рівняння (27), представленого у вигляді :

$$t_{ч.о.} = \frac{(\lg C(0) - \lg C(t)) \cdot 2,303}{k}, \quad (35)$$

можна визначити $t_{ч.о.}$ - “час очікування”.

Розрахунки швидкості перетворення пестицидів в рослинах та ґрунті за допомогою диференціальних рівнянь добре співпадають з фактичними результатами.

Константи швидкості деструкції пестицидів у рослинах та ґрунті не залежать від вихідних концентрацій, а також від часу спостережень за процесом. Вони містять інформацію, що охоплює всю схему процесу розпаду пестициду в об'єктах зовнішнього середовища з врахуванням впливу клімату, ґрунтів, сільськогосподарської культури. Математична інтерпретація цієї інформації є моделлю процесу розпаду пестицидів.

Завдання

1. Розрахувати, яка кількість пестициду залишиться в рослині через t діб після його виявлення в ній.
2. Розрахувати через який час вміст пестициду в рослині буде наближатись до гранично-допустимих концентрацій (ГДК).

Практична робота 7

Оцінка екотоксикологічної ситуації території при застосуванні пестицидів

Мета роботи: ознайомитись з екотоксикологічною характеристикою та оцінкою ризику застосування пестицидів, а також моделлю, що використовується для оцінки та прогнозу забруднення зовнішнього середовища пестицидами.

Для токсикологічної характеристики пестицидів використовується інтегральна класифікація за ступенем небезпеки, що створюється внаслідок їх застосування.

За цією класифікацією кожен препарат повинен бути охарактеризований показниками за двома категоріями: токсикогігієнічною (категорія А – К_д) та екотоксикологічною (категорія Б – К_б). В кожній категорії передбачається поділ категорії на 4 класи:

I – особливо небезпечні, II – небезпечні, III – помірно небезпечні, IV – мало небезпечні.

Інтегральну класифікацію можна подати шкалою з семи ступенів (від 1 до 7), які визначаються за рівнянням:

$$C_0 = (K_A + K_B) - 1, \quad (36)$$

де: C_0 – ступінь небезпечності препарату; K_A та K_B – класи небезпечності за категоріями А та Б.

Ступінь небезпечності характеризує пестициди таким чином:

особливо небезпечні – 1-й та 2-й ступінь, небезпечні – 3-й ступінь, помірно небезпечні – 4-й та 5-й ступінь, мало небезпечні – 6-й та 7-й ступінь.

Пестицидне навантаження на оброблені площі виражається рівнем забруднення (Y), що враховує три вищеперелічені параметри, в умовних кг/га:

$$Y = \frac{Дект}{C_0 \cdot I_{зон}} \quad (37)$$

де $Дект$ – екотоксикологічна доза (кг/га), яку розраховують за формулою:

$$Дект = \frac{N_B \cdot S'}{S} \quad (38)$$

де: N_B – норма витрат препарату; S' – оброблена площа; S – загальна площа. З природоохоронною метою приймається $S = S'$.

Зональні індекси, що є середніми показниками здатності до самоочищення ($I_{зон}$) основних ґрунтово-кліматичних зон України, такі:

0,50 – зона дерново-підзолистих типових та оглеєних ґрунтів Українського Полісся;

0,60-0,70 – лісостепова зона чорноземів типових та сірих опідзолених ґрунтів;

0,40-0,50 – степова підзона чорноземів південних;

0,20-0,30 – сухостепова зона темно каштанових ґрунтів.

Потенціальна небезпека забруднення території пестицидами характеризується величиною агроекотоксикологічного індексу (АЕТІ) і розраховується за рівнянням:

$$AETI = \frac{10 \cdot Y(1+Y)^3}{(1+Y)^4 + 5000} \quad (39)$$

Виходячи з чотириступеневої градації небезпечності токсичних речовин, що прийнята в гігієнічній та екотоксикологічній класифікаціях, рівні забруднення території пестицидами характеризується такими значеннями АЕТІ в межах від 0 до 10:

мало небезпечний – 0-1;

середньо небезпечний – 1-5;

підвищеної небезпечності – 5-8;

високої небезпечності – 8-10.

Завдання

1. Визначити рівень забруднення території пестицидом при найбільшій рекомендованій дозі його витрат для різних ґрунтово-кліматичних зон України.

3. Рекомендації здобувачам освіти які навчаються за дуальною формою

Здобувачі освіти, які навчаються за дуальною формою навчання можуть виконувати практичні роботи на основі даних свого підприємства. Виконані завдання здобувач освіти захищає на прилюдному захисті в кінці семестру з обов'язковою присутністю представника підприємства.

Рівень оволодіння здобувачем освіти теоретичного матеріалу з курсу оцінюється на проміжних контролях (модулях) шляхом тестування в системі Moodle.

4. Приклади тестів для самоконтролю знань

1. Номенклатура відходів визначається відповідно до документа

- Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР
- Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96
- Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» від 07 квітня 2015 року № 287-VIII
- Порядок ведення реєстру виробництва, переробки та утилізації відходів

2. Систематизований перелік кодів та назв відходів, призначений для використання в державній статистиці з метою надання різнобічної та обґрунтованої інформації про утворення, накопичення, оброблення (перероблення), знешкодження та видалення відходів має назву:

- Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96
- Державні санітарні правила та норми “Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров’я населення”;
- Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР
- Порядок ведення реєстру виробництва, переробки та утилізації відходів

3. Згідно ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій, спосіб зберігання відходів визначають

- агрегатним станом
- фізичними властивостями

- категорією відходів
 - ступенем (класом) їх небезпеки
4. Відповідно до Закону України “Про відходи” - відходи це:
- будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення, та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення
 - матеріали і предмети, фізичні, хімічні чи біологічні характеристики яких створюють значну небезпеку для навколишнього природного середовища та здоров’я людини та вимагають спеціальних методів і засобів поводження з ними
 - промисловий продукт (об’єкт), непридатний для подальшого використання (споживання)
 - побічні продукти, що отримані на всіх технологічних етапах виробництва основного продукту та не використовуються як вторинна сировина на даному підприємстві
5. Згідно ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій, відходи надзвичайно небезпечні (I класу) зберігають
- у герметичній, як правило, твердій тарі (контейнери тощо)
 - у відкритій чи закритій тарі (ящиках, мішках, пакетах тощо)
 - у закритій тарі (закриті ящики, пластикові пакети, мішки тощо)
 - навалом, насипом
6. Згідно ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій, відходи (III класу) зберігають
- виключно у закритій тарі (закриті ящики, пластикові пакети, мішки тощо)
 - навалом, насипом

- у відкритій чи закритій тарі (ящиках, мішках, пакетах тощо)
- виключно у герметичній, як правило, твердій тарі (контейнери тощо)

7. Відповідно до статті 1 Закону України “Про відходи” утилізація відходів це:

- зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення
- здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів
- зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах
- використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів

8. Яке класифікаційне угруповання не належить до групи 01 Державного класифікатора відходів - відходи виробництва продукції сільського господарства та мисливства:

- відходи виробництва зернових культур, продукції овочівництва та садівництва
- відходи від надання послуг у рослинництві та тваринництві
- відходи виробництва продукції змішаного господарювання
- відходи виробництва деревини та виробів з деревини та корку, виробів з соломи та матеріалів інших

9. Хімічний склад екскрементів визначає їх цінність для використання в сільському господарстві і залежить в основному від

- виду підстилки, кормового раціону, якості кормів
- системи гноєвидалення, виробничих груп тварин
- кількості тварин на фермі, системи розділення на фракції
- кормового раціону, якості кормів і виду тварин

10. Відповідно до статті 1 Закону України “Про відходи” знешкодження відходів це :

- зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення
- використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів
- зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах
- здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації

11. Відходи якого класу безпеки мають зберігатися у герметичній, як правило, твердій тарі (контейнери тощо)

- II класу
- III класу
- V класу
- I класу

12. Залежно від вмісту води безпідстилковий гній поділяють на:

- свіжий, рідкий, напіврідкий
- напіврідкий, рідкий, гнойові стоки
- твердий, рідкий, гнойові стоки
- свіжий, перепрілий, напівперепрілий

14. За ступенем розкладу гній поділяють на:

- свіжий, компост, вермикомпост, біогумус
- твердий, напіврідкий, рідкий, гнойові стоки
- свіжий, сухий, рідкий, напіврідкий
- свіжий, напівперепрілий, перепрілий і перегній

15. Розділення рідкого гною на фракції проводять:

- хімічним, біологічним, механічним способами
- гравітаційним, механічним і комбінованими способами
- фізичним, біологічним та комбінованими способами
- механічним, хімічним та фізичними способами

4.Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти *денної/дуальної* форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – $0,5 \text{ год./1 год. занять} = 0,5 \cdot (20+20) = 20 \text{ год.}$

- підготовка до контрольних заходів – $6 \text{ год. на 1 кредит ЄКТС} = 6 \cdot 4 = 24 \text{ год.}$

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях – $80-20-24=36 \text{ год.}$

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти *заочної* форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – $(6+6) \cdot 0,5 \text{ год.} = 6 \text{ год.}$

- підготовка до контрольних заходів – $6 \text{ год. на 1 кредит ЄКТС} = 6 \cdot 4 = 24 \text{ год.}$

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – $108-6-24= 78 \text{ год.}$

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які виносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.

Література

1. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері : навч. посібник / В. К. Пузік та ін. Х. : ХНАУ, 2014. 220 с.
2. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 Державний класифікатор України. від 29.02.1996 № 89 (rada.gov.ua). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0089217-96#Text>
3. 6. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка UABIO № 7. 2014. 33 с.
4. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР. URL: Про відходи | від 05.03.1998 № 187/98-ВР (rada.gov.ua)
5. Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» від 07 квітня 2015 року № 287-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19#Text>
6. Лобова О. В., Гончар Л. М. Біотехнологія в сільському господарстві : навч. посібник 2-ге видання допов. Київ, видавництво НУБІП України, 2019. 543 с.
7. Павленко С. І., Ляшенко О. О., Лисенко Д. М., Харитонов В. І. Аналіз обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських відходів тваринного походження. *Серія: Технічні науки. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. №9. С. 94–104.
8. Токарчук Д. М., Пришляк Н. В., Паламаренко Я. В. Стратегія поводження з відходами аграрних підприємств: раціональне поводження з відходами рослинництва, відходами тканин тварин, тваринним гноєм, агрохімічними відходами. *Ефективна економіка*. 2021. № 12. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.12.104
9. 18. Organic Waste Recycling: Technology, Management and Sustainability (2017). Edited by Chongrak Polprasert; Thammarat Koottatep. IWA Publishing. DOI: <https://doi.org/10.2166/9781780408217>