МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра механізації та електрифікації сільськогосподарського виробництва

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Навчально-методичний посібник
для самостійної роботи та практичних занять
студентів агробіотехнологічного факультету

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ **20 Аграрні науки та продовольство**

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ **201 Агрономія**

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ **магістерський**

Біла Церква
2020

УДК 631.147:629.01
М 5

Затверджено
методичною комісією БНАУ
Протокол № 2 від 23.09.2020 р.

Укладач: **Сенчук М. М.,** канд. техн. наук,

Сенчук М. М. **Технологічне проектування в органічному виробництві:** Навчально-методичний посібник для самостійної роботи та практичних занять студентів агробіотехнологічного факультету / БНАУ – Біла Церква, 2020. – с.

Навчально-методичний посібник призначений для виконання практичних занять і самостійного навчання та оцінки рівня знань студентів з дисципліни «Технологічне проектування в органічному виробництві». В ньому представлені питання, пов'язані з розрахунками технологічних заходів для впровадження органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

У навчально-методичному посібнику подано основні правила з охорони праці під час виконання практичних занять.

Рецензенти: **Примак І. Д.**, д-р с.-г. наук, професор,
зав. кафедри землеробства, агрохімії
та ґрунтознавства БНАУ.
Хахула В.С., канд. с.-г. наук, доцент, декан агробіотехнологічного факультету БНАУ.

© БНАУ, 2020

ВСТУП

«**Технологічне проектування в органічному виробництві**» є дисципліна професійної та практичної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» за спеціальністю «Агрономія» (у вищих навчальних закладах Міністерства освіти і науки України IV рівня акредитації.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є технології для органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

Вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на знаннях студентів з таких навчальних дисциплін: «Рослинництво» «Землеробство» «Ґрунтознавство».

Навчальна дисципліна повинна забезпечити майбутніх фахівців у галузі агрономії знаннями проектування технологій для органічного виробництва.

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістовних модулів: «Проектування механізованих технологій виробництва твердих органічних добрив», «Проектні рішення в біологічному та органічному землеробстві»

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Технологічне проектування в органічному виробництві» є отримання майбутніми спеціалістами агрономами необхідних знань для досягнення високих показників ефективності використання технологій органічного виробництва.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Технологічне проектування в органічному виробництві» є сформування уміння щодо раціонального вибору механізованих технологій забезпечення виробництва органічної продукції.

2. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Символ результатів навчання за спеціальностями відповідно до освітньо-професійної програми	Результати навчання з дисципліни
ЗК 4.	Здатність розуміти сутність сучасних проблем агрономії, науково-технічну політику в межах виробництва екологічно-безпечної продукції рослинництва.
СК 8.	Здатність розробляти адаптивні системи землеробства для сільськогосподарських установ і господарств.
РН 14	Проектувати адаптивні системи землеробства для господарств різних форм власності та впроваджувати їх.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Технологічне проектуванні в органічному виробництві»

Змістовий модуль 1. Проектування технологічних процесів виробництва твердих і рідких органічних добрив

Тема 1. Проектні розрахунки виробництва підстилкового гною.

Тема 2. Проектування механізованих технологій компостування.

Тема 3. Розрахунок вермигосподарства та виробництво біогумусу.

Тема 4. Проектування механізованих технологій виробництва рідкого гною та технології анаеробного бродіння рідкого гною для отримання високоефективних добрив.

Змістовий модуль 2. Проектні рішення в біологічному та органічному землеробстві.

Тема 5. Сутність біологізації землеробства, та органічного виробництва та розрахунок потреби в органічних добривах під запланований урожай за методом бальної оцінки ґрунту.

Тема 6. Розрахунок потреби в органічних добривах під запланований урожай за балансовим методом з урахуванням вимог біологізації виробництва.

Тема 7. Обґрунтування структури господарства для впровадження органічного землеробства.

4. СТРУКТУРА ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Технологічне проектування в органічному виробництві»

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин / 5 кредити ECTS, у тому числі: 42 годин – аудиторні заняття (лекції – 14, практичні – 28), самостійна робота – 100 годин, індивідуальні завдання 8 годин.

Академічних кредитів – 5, в т.ч. на аудиторні роботи (лекції, практичні, контрольні заходи) – 1,4 кредиту, на самостійну роботу та індивідуальне завдання студентів – 3,6 кредит. Поточний контроль засвоєного матеріалу здійснюється проведенням захисту практичних робіт, виконанням індивідуальних завдань, самостійної роботи. Рубіжне оцінювання включає захист модуля. Підсумковий контроль проводять у формі заліку.

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	для денної форми навчання					
	усього	у тому числі				
		л	п	лб.	інд.	срс
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Проектування технологічних процесів виробництва твердих і рідких органічних добрив						
Тема 1. Проектні розрахунки виробництва підстилкового гною.	16	2	4			10
Тема 2. Проектування механізованих технологій компостування.	16	2	4			10
Тема 3. Розрахунок вермигосподарства та виробництво біогумусу.	21	2	4			15
Тема 4. Проектування механізованих технологій виробництва рідкого гною та технології анаеробного бродіння рідкого гною для отримання високоефективних добрив.	22	2	4		4	12
Разом за змістовим модулем 1	**75**	**8**	**16**		**4**	**47**
Змістовий модуль 2. Проектні рішення в біологічному та органічному землеробстві.						
Тема 5. Сутність біологізації землеробства, та органічного виробництва та розрахунок потреби в органічних добривах під запланований урожай за методом бальної оцінки ґрунту.	26	2	4			20

Тема 6. Розрахунок потреби в органічних добривах під запланований урожай за балансовим методом з урахуванням вимог біологізації виробництва.	26	2	4			20
Тема 7. Обґрунтування структури господарства для впровадження органічного землеробства.	23	2	4		4	13
Разом за змістовим модулем 2	**75**	**6**	**12**		**4**	**53**
Усього годин	**150**	**14**	**28**		**8**	**100**

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб – лабораторно-практичні заняття; інд – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі аналітичних досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, практичних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання, в тому числі в системі Moodle.

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал. Широко використовується метод проблемного викладення, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді практикумів з виконанням індивідуальних та групових завдань. Застосування цих форм і методів дає можливість значно активізувати навчальний процес з дисципліни, систематизувати і поглибити знання, уміння та навички у здобувачів.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Технологічне проектування в органічному виробництві» включає тематичне оцінювання та модульний контроль.

Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

За умови повного виконання навчального навантаження та отримання студентом не менше 60 балів студент отримує залік.

8. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється за активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані практичні роботи, командні проекти, зроблені доповіді, презентації, реферати, есе, активність під час дискусій.

Під час модульного контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти невиявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$\text{БПК} = \frac{\text{САЗ} \times \max \text{ПК}}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
75-81	C		
64-74	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання	
1-34	F	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням	

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостій-на робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Загаль-ний бал
Максимально можлива кількість балів	10	30	10	40	10	100

10. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Наочні засоби:

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office PowerPoint;

Технічні засоби:

Ноутбук, мультимедійний проектор, екран

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: [Монографія]/ За ред. Доктора технічних наук, академіка НААН В.В. Адамчука. –Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012.-248 с..

2. Машини та обладнання для тваринництва. Підручник / Ревенко І.І., Багінець М.В., Ребенко В.І. –К.: Кондор, 2009. – 731 с

ДОДАТКОВА

1. Кабець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку, пр. «Аграрна політика для людського розвитку» Київ, Україна – Травень 2004.

2. Федоренко Я. А. Ставлення та розвиток органічного землеробства в Україні: історичний контекст // Грані.-2013. - № 4. – С. 20-23.

6. Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини: Верховна Рада України; Закон від 03.09.2013 № 425-VII

7. Шикула Н., Доля Н. Коцепция биологизации земледелия для производства экологически чистой продукции // Эколого-экономические проблемы причерноморского региона. Материалы международного научно-практического семинара (г. Очаков, 21-23 сентября 1992 года). - Николаев, 1993. - С. 26-38 .

9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. - Львів, 2002. -797 с.

10. Сенчук М.М. Обґрунтування методики визначення норми внесення органічних та мінеральних добрив для системи органічного землеробства /М.М.Сенчук// Техніка і технології АПК. – 2017. – № 1. – С. 34-38.

11. Сенчук М.М. Обгрунтування математичної моделі системи органічного землеробства /М.М.Сенчук// Зб. наук. праць БНАУ (Агробіологія). – 2013. – № 11(104). – С. 71-79.

Змістовий модуль 1. Проектування технологічних процесів виробництва твердих і рідких органічних добрив

Тема 1. ПРОЕКТНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ПІДСТИЛКОВОГО ГНОЮ.

Мета: вміти проводити розрахунки з проектування виробництва підстилкового гною

Завдання для виконання практичної роботи

Визначити скільки в господарстві необхідно голів великої рогатої худоби (ВРХ) і свиней для забезпечення підстилковим гноєм для отримання органічної продукції для забезпечення 20 т/га гною на площі: *№1 =20* га., в. *№2 =25* га., в. *№4 =28* га., в. *№5 =30* га., в. *№6 =32* га., в. *№7=34* га., в. *№8 =35* га., в. *№9 =38* га., в *№10 =40* га., в. *№11 =42* га., в. *№12 =45* га., в. *№13 =46* га., в. *№14 =48* га., в. *№15 =49* га., в. *№16 =50* га., в. *№17 =52* га., в. *№18 =55* га., в. *№19 =58* га., в. *№20 =60* га., в. *№21 =62* га., в. *№22 =65* га., в. *№23 =68* га., в. *№24 =70* га., в. *№25 =72* га., в. *№26 =75* га., *№27 =78* га., *№28 =80* га., *№29 =82* га., *№30 =85* га., відношення ВРХ до кількості свиней 1 до 1/2 ум гол. Утримання тварин в приміщеннях 165 діб в літніх таборах 200 діб.

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомитися про стан питання екологічно безпечного вирощування сільськогосподарської продукції
2. Вивчити основні характеристики підстилкового гною.
3. Вивчити основні характеристики пташиного посліду.
4. Опрацювати методи аналітичних розрахунків виходу гною з тваринницької ферми

Теоретичні відомості

1.1. Загальні положення.

Підвищення родючості ґрунту, збільшення врожайності всіх сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції рослинництва нерозривно пов’язане з рішенням задач по раціональному використанню органічних добрив. Особливо це завдання актуальне для Поліських районів України, в яких високі і стабільні врожаї сільськогосподарських культур можна одержувати при систематичному внесенні високих (15-20 т добрив на гектар ріллі) норм органічних добрив.

З розвитком інтенсивного землеробства підвищується роль органічних добрив для підтримки бездефіцитного балансу поживних речовин і гумусу в ґрунті, а також сприятливих її фізичних властивостей.

Розрахунки Інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. А.Н. Соколовського Української академії аграрних наук показують, що для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах України щорічно необхідно вносити 300...310 млн. т органічних добрив, що складе 10 т добрив на гектар ріллі або в розрізі основних ґрунтово-кліматичних зон України: у Поліссі, залежно від типів ґрунтів, від 13-14 до 17-18 т; Лісостепу – 10-12 т; Степу – 8-9 т .

Основним видом органічних добрив в Україні є гній великої рогатої худоби і свиней, пташиний послід (щорічно на птахофабриках України накопичується близько 5 млн. т); для виробництва органічних добрив в Україні до недавнього часу використовувалося близько 20 млн. т торфу, частково застосовуються як органічне добриво осади міських стічних вод, щорічний об'єм накопичення яких досягає 3 млн. т по сухій речовині.

Іншою групою матеріалів, використовуваних як органічні добрива або як компонентів компостів, є продукти природного розкладання органічних речовин, відходи продуктів рослинництва, лісової і деревообробної промисловості, підприємств переробки сільськогосподарської продукції, а також побутові відходи міст і інших населених пунктів. Сюди відносяться торф і сапропель, солома і інші рослинні залишки (деревна кора і ошурки, листя і хвоя, відходи льону і лігнін), побутове сміття і т. п. (рис. 1.1)

Залежно від запасів, складності добування або попередньої підготовки, ефективності використання, різні види матеріалів застосовуються в різних об'ємах. Проте, вони представляють величезний резерв органічних речовин, необхідних ґрунтам України.

Можна стверджувати, що в основному як органічні добрива використовуються органічні відходи одержувані в сільськогосподарському виробництві тваринного і рослинного походження: підстилковий і безпідстилковий гній сільськогосподарських тварин, пташиний послід, гноївка, солома, не використана на корм худобі, зелені добрива та інше.

1.2. Гній.

Залежно від технології утримання тварин і птиці гнойова маса може мати тверду (вологість до 80 %), напіврідку (вологість 80...90 %) або рідку (вологість понад 90 %) консистенцію.

За ступенем розкладання органічних речовин розрізняють чотири види підстилкового гною: свіжий, в якому солома майже повністю зберегла первинний вигляд і міцність; напівперепрівший – солома має темно-коричневий колір і легко розривається; перепрілий – солома має вид чорнуватої маслянистої маси і наявність соломи в ній непомітно; перегній – сипка чорна маса. У цій стадії розкладання гній втрачає до 75% маси і сухої органічної речовини. Тому не слід доводити гній до стану, що перепрів, або перегною.

При тривалому його розкладанні кількість органічної речовини зменшується в 2-3 рази, втрачається значна кількість азоту.

В процесі утримання сільськогосподарських тварин і птиці з використанням підстилки нагромаджується підстилковий твердий гній, вологістю до 80% хімічний склад якого подано в таблиці 1.1, 1.12.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад гною.

Гній	Вміст при натуральній вологості, % на сиру речовину						Во-ло-гість	pH	C/N
	азоту		Фос-фору	калію	Орга-нічної речовини	золи			
	Загаль-ного	Аміач-ного							
Великої рогатої худоби	0,54	0,07	0,28	0,60	21,0	14,0	65,0	8,1	19
Свиней	0,84	0,15	0,58	0,62	21,9	17,4	60,7	7,9	13
Кінський	0,59	0,09	0,26	0,59	22,6	8,4	69,0	7,9	21
Овечий	0,86	0,14	0,47	0,88	28,0	23,0	49,0	7,9	17

Для отримання підстилкового гною в тваринницьких приміщеннях і на вигулах використовують підстилкові матеріали (подрібнену солому, торфокришку, тирсу). Цінність їх залежить в даному випадку від властивості поглинати сечу і гази (табл. 1.3).

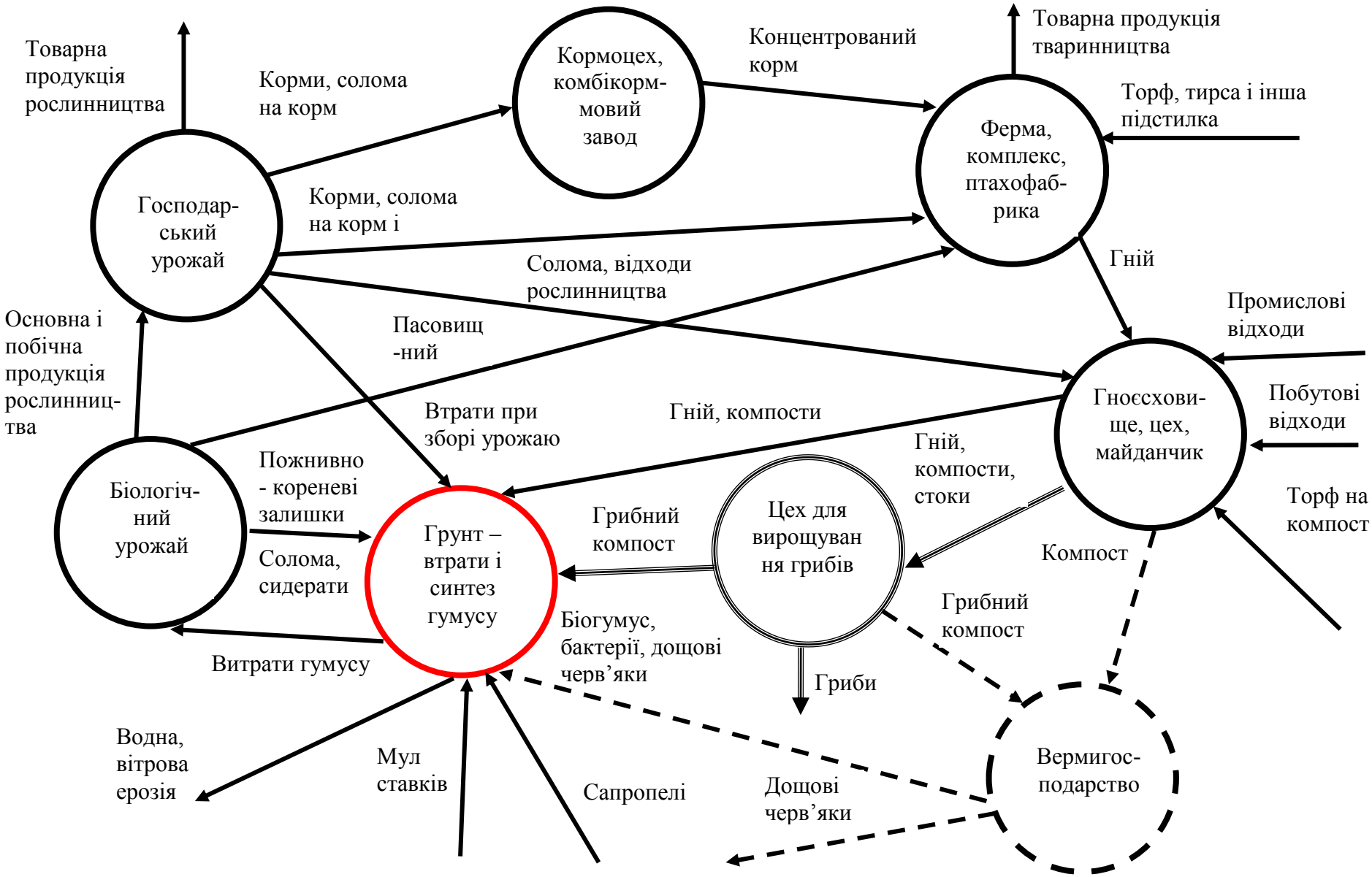


Рис. 1.1. Господарсько-біологічний кругообіг органічних речовин в сільськогосподарському виробництві

Солому на підстилку краще використовувати в вигляді січки довжиною 10...15 см. Подрібнена солома краще поглинає воду, щільніше укладається в бурти і рівномірно поглинає вологу.

Норми підстилкового матеріалу в розрахунку на одну тварину приведено в таблицях 1.4 і 1.5. Кількість твердих і рідких виділень, а також їх початкова вологість залежать від виду і віку тварин (табл. 1.6-1.11).

Знаючи вихід гною в господарстві і його хімічний склад, можна розрахувати, скільки азоту, фосфору і калію і мікроелементів буде внесено (табл. 1.12, 1.14). В середньому в 1 т гною міститься 5,3 кг азоту, 2,7 кг - фосфору і 6,2 кг калію.

Таблиця 1.2 – Втрати азоту і фосфору в коров'ячому гною, отриманому на солом'яній підстилці в залежності від ступеня розпаду, % .

Гній	Азот	Фосфор	Втрати органічної речовини
Свіжий	0,52	0,25	-
Напівперепрівший	0,60	0,38	29,0
Перепрівший	0,66	0,43	47,2
Перегній	0,73	0,48	62,4

Таблиця 1.3 – Поглинаюча властивість і середній хімічний склад підстилки.

Види підстилки	Хімічний склад, %					100 част. підстилки всмокт. води	1 кг підстилки всмокт. аміака
	вода	азот	фосфор	калій	кальцій		
Солома оз. пшениці	14	0,50	0,20	0,90	0,28	200…300	8…10
Торф низинний	30…35	2,30	0,30	0,20	-	500…700	35…40
моховий	30…35	1,20	0,20	0,30	-	1000…1500	-
Тирса	25	0,20	0,30	0,74	1,80	400	-

Таблиця 1.4 – Кількість води, яку здатні утримувати різні підстилкові матеріали, на 100 частин підстилки.

Підстилковий матеріал	Здатність утримувати воду	Підстилковий матеріал	Здатність утримувати воду
Солома злакових культур	180 - 280	Листя дуба	162
Солома гороху	280	Листя буку	400
Тирса	420	Хвоя	15- 250
Стружки	300	Ялинові гілки	70
Торф	500 - 700	Вереск	100

Таблиця 1.5 – Приблизні добові витрати підстилки на 1 голову, кг.

Тип тварин	Матеріал (вологість, %)				
	Солома (14,3)	Торф (40,0)	Торфокрошки (35,0)	Листя дерев (18,0)	Тирса (25,0)
Велика рогата худоба (ВРХ)	4 - 6	3 - 4	10 -20	3 - 4	3 - 6
Коні	3 - 5	2 - 3	8 - 10	2 - 3	2 – 4

Вівці	0,5 - 1	-	-	-	-
Свиноматки з поросятами	5 – 6	3 -4	-	-	-
Свині на відгодівлі	1 -1,5	0,1 - 1	-	1 - 2	1,5 – 2
Поросята	0,5 - 1	0,5 - 1	-	0,5 - 1	1 – 2

Таблиця 1.6 – Норма підстилки на 1 голову різних видів тварин, кг/добу .

Вид тварин	Солома		Торф		Тирса
	озим. зерн.	бобових	моховий	низинний	
Велика рогата худоба	3...6	4...6	4...6	4...6	3...6
Коні	3...4	3...5	3...4	3...4	2...4
Вівці	0,5...1	0,5...1	-	-	-
Свині на відгодівлі	1...2	1,5...2	1,5...2	-	1,5...2
Поросята	0,5...1	1,5...2	1,5...2	-	1,5...2
Свиноматки з поросятами	5...7	6...8	-	-	-

Таблиця 1.7 – Початкова вологість екскрементів тварин і птиці.

Вид тварин і птиці	Вологість, %		
	кал	сеча	суміші екскрементів
Велика рогата худоба	83-64	94,8-95	86-87
Свині	76-78	94-95	87-68
Вівці	67-69	94-35	74-75
Коні	71-72	95-96	77-79
Кури	-	-	73-76
Індики	-	-	73-76
Качки, гуси	-	-	83-65

Таблиця 1.8 – Середня маса екскрементів, які виділяють різні за віком групи тварин і птиці.

Групи тварин	Вихід на 1 голову, кг за добу		
	кал	сеча	всього
Корови	35	20	55
Нетелі	20	7	27
Молодняк на відгодівлі, місяців			
12	14	12	26
9	10	9	19
6	10	5	15
Телята до 6 місяців	5	2,8	7,5
Свині			
Свиноматки дорослі	3,1	3,0	6,1
Поросята 2- місячні	0,8	2,5	3,3
3-4 міс.	1.4	2,2	3,5
Підсвинки 6-міс.	1,6	2,6	4,2
Свині на відгодівлі	1,5	3,5	5,0
Кури			0,189
яйценосні репродуктивного стада	-	-	
яйценосні промислового стада	-	-	0,175
м’ясні кури репродуктивного стада	-	-	276…0,300

Індики	-	-	0,450
Качки	-	-	0,423
Гуси	-	-	0,594
Молодняк яйценосних м'ясних курей	-	-	0,097…0,188
Бройлери в клітках	-	-	0,135
Бройлери на підлозі	-	-	0,158

Таблиця 1.9 – Добовий вихід екскрементів у свиней.

Група тварин	Вихід екс-крементів, кг/доб	Вологість екскремен-тів, %	Група тварин	Вихід екс-крементів, кг/доб	Вологість екс кремен-тів, %
Кнури	11,1	89,4			
Свиноматки:					
холості	8,8	90,8	Масою до 40 кг	3,5	86,6
поросні	10,0	91,0	Масою до 40-80 кг	5,1	87,0
з поросятами	15,3	90,1	Масою до 40-80 кг	5,1	87,0
Поросята відлучені	2,4	86,0	Масою більше 80 кг	6,6	87,5

Таблиця 1.10 – Добовий вихід екскрементів у великої рогатої худоби середньою вологістю 90 % .

Група тварин	Екскременти, кг/доб		
	всього	кал	сеча
Бугаї	40	30	10
Корови	55	35	20
Нетелі	27	20	7
Телята до 6 місяців	7,5	5,0	2,5
Молодняк 6-12 місяців	14,0	10,0	4,0
Молодняк на відгодівлі,міс:			
6 - 12	26,0	14,0	12,0
12 - 18	27,0	20,0	7,0
Старше 18	35,0	23,0	12,0

Таблиця 1.11 – Кількість гною, одержаного за рік від різних тварин, т [74].

Вид тварин	Тривалість стійлового періоду, діб			
	240-220	220-200	200-180	менше 180
Велика рогата худоба	10 - 12	9- 10	6 - 8	4 - 5
Коні	7 - 8	5 - 6	4 - 5	2,5 – 3
Свині	2 – 2,5	1,5 - 2	до 1,5	1,0
Вівці,кози	1,0	0,9	0,6 – 0,9	0,4- 0,5

Таблиця 1.12 – Вміст мікроелементів гною (на суху речовину), %.

Мікроелементи	Гній	
	великої рогатої худоби	свиней на відгодівлі
Залізо	0,048	0,065
Марганець	0,03	0,04
Мідь	0,0002	0,0003
Магній	0,05	0,06
Натрій	0,05	0,04
Цинк	0,0018	0,0036

1.3. Пташиний послід.

Пташиний послід багатший на поживні речовини ніж гній великої рогатої худоби і свиней: крім того, поживні речовини в пташиному посліді знаходяться в легкодоступних для рослин сполученнях (табл.1.13).

Безпідстилковий послід, який отримують при клітковому утриманні курей містить 75...80 % води, 1,0...1,5 % загального азоту, 1,1...1,5 % фосфору і 0,4 % калію, а підстилковий, який отримують при утриманні курей на підлозі з використанням підстилки містить 20...40 % води; 2...2,4 % загального азоту; 2,5...3,0 % фосфору; 0,4...0,6 % калію. Хімічний склад посліду (табл. 1.13) в значній мірі залежить від хімічного складу кормів і підстилки, способу утримання птиці, видового складу і майже не залежить від віку птиці.

Вихід гною залежить від кормів, виду і віку тварин, тривалості стійлового періоду, способів утримання та технології нагромадження гною.

Добовий вихід пташиного посліду подано в таблиці 1.14.

Таблиця 1.13 – Хімічний склад різних видів пташиного посліду .

Вид посліду	Вміст води, %	pH	Вміст поживних елементів, % сирої речовини					Приблизна питома вага від загальної кількості, %
			азот		P_2O_5	K_2O	Зола	
			Загальний	Аміачний				
Термічно висушений	20	7,1	3,0	0,41	3,5	1,2	21	0,1
Нативний (підстилковий і без підстилковий)	65	7,4	1,2	0,34	0,64	0,60	20	27,2
Напіврідкий	85	7,0	1,0	0,50	0,40	0,35	10	46
Рідкий	92	6,9	0,8	0,32	0,36	0,26	5	17,4
Стічні води	99	7,2	0,2	0,07	0,07	0,16	4	9,3

Таблиця 1.14 – Добовий вихід посліду на птахофабриках.

Група птахів	Вихід посліду, г/гол за добу
Кури:	
м’ясні: від 1 до 9 тижнів	158
яйценосне стадо від 180 до 450 діб	278 - 300
яйценосне стадо від 60 до 150 діб	180
ремонтне стадо від 21 до 26 тижнів	188
промислове стадо	175
Індики:	
доросле поголів’я	450
ремонтне поголів’я від 18 до 34 тижнів	180
м’ясне поголів’я від 9 до 23 тижнів	420
Качки:	
доросле поголів’я	423
молоді від 26 до 28 тижнів	253
Гуси:	
доросле поголів’я	594
ремонтне поголів’я від 35 до 39 тижнів	495
м’ясне поголів’я від 4 до 9 тижнів	480

1.4. Аналітичні залежності для розрахунку виходу гною з тваринницької ферми.

До складу гною входять екскременти тварин (кал, сеча), підстилка, залишки корму, сторонні включення, технологічна вода.

Добовий вихід гною (кг) визначають за формулою:

$$M_г = M_е + M_{т.в} + M_{в.г.} + M_п, \qquad (1.1)$$

де $M_е$ – маса екскрементів (кал і сеча), кг/добу; $M_{т.в.}$ – витрати води на технологічні потреби (миття обладнання, приміщень, тварин і т.д.) кг/добу; $M_{в.г.}$ – витрати води на видалення гною, кг/добу; $M_п$ – витрати підстилки, залишки кормів, кг/добу .

Масу екскрементів від різних за віком груп тварин і птиці розраховують за формулою:

$$M_е = м_1 a_1 + м_2 a_2 + ... + м_n a_n, \qquad (1.2)$$

де $м_1$, $м_2$... $м_n$ – вихід екскрементів за добу від однієї голови відповідної групи тварин, кг/добу; a_1, a_2, ... a_n – число тварин за віковими групами, голів;

Складову $M_{т.в.}$ визначають за формулою:

$$M_{т.в.} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + ... + a_n b_n, \qquad (1.3)$$

де b_1, b_2, ... b_n – добові норми споживання води на 1 голову, кг/добу;

Витрати води на видалення гною $M_{в.г.}$ визначають по фактичному використанню. У разі використання гідрозмивних систем для орієнтовних розрахунків на голову можна застосовувати 15 л на 1 кг/добу.

Складову $M_п$ визначають за формулою:

$$M_п = a_1 c_1 + a_2 c_2 + ... + a_n c_n, \qquad (1.4)$$

де c_1, c_2, ... c_n – добові витрати підстилки в розрахунку на одну голову, кг/добу.

Для розрахунків маси підстилкового гною, який нагромаджується в господарстві від різного виду тварин зручно користуватися середніми даними по виходу суміші кала і сечі від умовної голови (жива вага 500 кг), який складає у великої рогатої худоби в середньому 55 кг/ гол. в добу і 11,1 кг/гол у свиней і використовують формулу (1.5).

$$M_{п.г.} = n\left[M_е + M_п\left(t_п + \frac{t_л}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П}{100}, \qquad (1.5)$$

де $M_{п.г.}$ – вихід підстилкового гною, кг; $M_е$ – маса екскрементів від однієї умовної голови, кг; n – кіль-кість тварин в умовних головах; $M_п$ – маса підстилки за добу на одну тварину кг/ ум. гол.; $t_п$, $t_л$ – відповідно тривалість утримання тварин в приміщеннях і літніх таборах, діб; $П$ – втрати маси в процесі зберігання гною, %.

Відповідно загальновідомих даних *коефіцієнт переводу в умовні голови* складає: *велика рогата худоба* – 0,8; *свині* – 0,2; *вівці* – 0,1; *коні* – 0,5. Найкраще в процесі перерахунку різного виду поголів'я тварин в умовну голову використовувати дані періодичного зважування тварин, після чого їх загальну масу поділити на 500, що дає кількість тварин в умовних головах. В практиці нерідко виникає необхідність визначити кількість гною в сховищах, на прифермських майданчиках або в буртах. В даному випадку об'єм його множать на масу 1 м^3.

Вологість підстилкового гною (%) можна визначити за формулою:

$$W_г = \left(M_е W_е + M_п W_п + 100 M_в\right) / M_г,$$

$$W_г = W_е - 0{,}01 P_п (W_е - W_п) + 0{,}01 P_в (100 - W_е), \qquad (1.6)$$

де $W_е$, $W_п$ – вологість екскрементів і підстилки, % ; $P_п$, $P_в$ – відсотковий вміст в гною підстилки і води. $M_е$, $M_п$, $M_в$ – маса відповідно екскрементів, підстилки та технологічної води, кг

Вологість $W_г$ гною, що поступає з комплексу або ферми можна визначати за формулою:

$$W_г = \frac{M_е W_е^{ср} + M_в^з W_в}{M_е + M_в^з} \quad , \qquad (1.7)$$

де $W_е^{ср}$ – середня вологість екскрементів,%; $W_в$ – вологість технічної рідини (вода, та інше), %

$$M_в^з = M_{т.в} + M_{в.г.}. \qquad (1.8)$$

Слід зазначити, що при самопливній системі безперервної дії підстилку не використовують.

Вміст абсолютно сухої речовини в гної (т) вираховується за формулою:

$$M_{а.с.р.} = \frac{M_г(100 - W_г)}{100}. \qquad (1.9)$$

Дослідження складу гною показали, що в середньому він містить до 15% неорганічних речовин. Тоді кількість органічних речовин (т) в масі гною буде

$$M_{о.р.} = 0{,}85 \cdot M_{а.с.р.}. \qquad (1.10)$$

Кількість ХПК, $БПК_5$ і $БПК_{20}$ (т) визначають відповідно:

$ХПК = 1{,}2 \cdot M_{о.р.}$; (1.11)

$БПК_5 = 0{,}42 \cdot ХПК$; (1.12)

$БПК_{20} = 0{,}84 \cdot ХПК$; (1.13)

$БПК_5 = 0{,}5 \cdot БПК_{20}$, (1.14)

де 1,2; 0,42; 0,84; 0,5 - коефіцієнти виявлені дослідним шляхом.

Кількість основних поживних елементів в гною визначається за формулою:

$$M_{ел} = M_{а.с.р}.K/100 \qquad (1.15)$$

де K – вміст поживного елемента в сухій речовині гною, %.

У разі тривалого зберігання гною (більше 6 місяців) при розрахунках маси NPK слід враховувати втрати: в рідкій фракції до 20%, в твердій до 30%.

Кількість твердої фракції або осаду (т) після розділення гною на фракції визначається за формулою:

$$M_{т.ф.} = \frac{P_{а.с.р.} E_р^у}{P_{т.ф.}} \cdot 100, \qquad (1.16)$$

де $P_{а.с.р.}$ – маса абсолютно сухої речовини, що подається в установку, т; $E_р^у$ – якість розділення по а.с.р. %; $P_{т.ф.}$ – вміст а.с.р. в твердій фракції або осіданні після розділення, %.

При розведенні суміші калу і сечі водою до встановленої вологості об'єм її ($м^3$) визначають за формулою:

$$V_х = \frac{V_1 \rho_1 (100 - W_1)}{\rho_х (100 - W_х)} \qquad (1.17)$$

де W_1, $W_х$ – вологість відповідно первинної суміші і суміші яку визначають, %; V_1,$V_х$ – об'єми первинної суміші і суміші, яку визначають, ($м^3$); ρ_1, $\rho_х$ – аналогічно об'ємна маса первинної суміші і суміші, яку визначають безпідстилкового гною, $кг/м^3$.

Згідно даної формули розрахунки показують, що при розведенні гною водою (при гідрозмиві) до вологості 95 % його об'єм збільшується в 2 рази, а до 98 % - в 5 разів в порівнянні з об'ємом екскрементів тварин.

Тема 2. ПРЕКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПОСТУВАННЯ.

Мета: вміти проводити розрахунки з проектування виробництва органічних добрив компостуванням

Завдання для виконання практичної роботи

Визначити скільки в господарстві необхідно голів великої рогатої худоби (ВРХ) і свиней для забезпечення підстилковим гноєм для отримання органічної продукції для забезпечення 20 т/га гною на площі: *№1 =20* га., в. *№2 =25*га., в. *№4 =28*га., в. *№5 =30* га., в. *№6 =32* га., в. *№7=34* га., в. *№8 =35* га., в. *№9 =38* га., в *№10 =40* га., в. *№11 =42* га., в. *№12 =45* га., в. *№13 =46* га., в. *№14 =48* га., в. *№15 =49* га., в. *№16 =50* га., в. *№17 =52* га., в. *№18 =55* га., в. *№19 =58* га., в. *№20 =60* га., в. *№21 =62* га., в. *№22 =65* га., в. *№23 =68* га., в. *№24 =70* га., в. *№25 =72* га., в. *№26 =75* га., *№27 =78* га., *№28 =80* га., *№29 =82* га., *№30 =85* га., відношення ВРХ до кількості свиней 1 до 1/2 ум гол. Утримання тварин в приміщеннях 165 діб в літніх таборах 200 діб. Маса інших відходів які використовуються для компостування складає 1/3 від виходу гною з ферми.

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомитися про використання технологій компостування в Україні
2. Вивчити основні характеристики техніки для компостування.
2. Вивчити основні характеристики компонентів компостування.
4. Опрацювати методи аналітичних розрахунків виходу органічних добрив.

Теоретичні відомості

2.1. Компостування технологія для виробництва органічних добрив.

Компост від латинського слова *compositus* – «складовий» є органічними добривами які утворилися внаслідок розкладання органічних речовин мікроорганізмами.

Компостування як спосіб виробництва органічних добрив застосовується в першу чергу при переробці підстилкового гною, а також для термобіологічного знезараження твердої фракції безпідстилкового гною.

Для виготовлення компосту використовують відходи рослинництва (солома, бур'яни, зіпсовані овочі і фрукти), фекалії, сміття, відходи м'ясного виробництва,

Масу для виготовлення компосту складують у великі купи або закладають у спеціальні ящики таким чином, щоб забезпечити добру вентиляцію. Для забезпечення діяльності мікроорганізмів складену компостну купу періодично зволожують. Під час компостування температура всередині купи підвищується внаслідок діяльності мікроорганізмів. Процес триває від декількох тижнів до кількох років в залежності від сировини.

При компостуванні в органічній масі підвищується вміст доступних для рослин елементів живлення (азоту, фосфору, калію тощо), знешкоджуються патогенні мікроорганізми. Готовий компост має запах та колір ґрунту.

Використовують як добриво під будь-які види сільськогосподарських рослин у розрахунку 15 - 40 т/га. Компост поліпшує структуру ґрунту, а також сприяє розмноженню черв'яків, діяльність яких дуже корисна для рослин. Утилізація органічних речовин шляхом компостування не забруднює довкілля.

Якісний компост вносить спори корисних бактерій та грибків, які оновлюють ґрунтову мікрофлору, яка покращує біологічні процеси в ґрунті.

2.2. Принципи технології компостування

Є два способи компостування: анаеробний, або так зване холодне компостування, коли органічні матеріали укладаються дуже щільно, і кисень відсутній у процесі компостування.

Найкращим є аеробний спосіб компостування, коли в процесі переробки додається кисень та, за потребою, волога, глина, солома чи торф.

Технологія компостування-це цілий завод, який потребує затрат. Потрібен обладнаний майданчик, який буде включати не лише зону компостування, а й зону зберігання готового продукту. Розташування та обладнання такого майданчика обов'язково треба погоджувати з екологічними службами. Потрібне обладнання: навантажувачі, аератори, змішувачі.

Проте ці витрати у підсумку не раз виправдаються: і урожаями, і покращенням екологічної ситуації, і розумним управлінням відходами. В відповідності з типорозмірним рядом тваринницьких підприємств визначений номенклатурній ряд пунктів виробництва компостів за річною потужністю 5, 10, 20, 40, 60, 100, 200 і 400 тис. т. Компости в об'ємі від 5 до 60 тис. т за рік виробляють за допомогою мобільних машин на майданчиках. При об'ємах виробництва від 40 до 50 тис. т за рік компости доцільно готувати в механізованих сховищах. Виробництво компості в об'ємі 100 тис. т за рік і більше, як правило, здійснюється в цехах за допомогою стаціонарних установок.



Рис. 2.1. Міська станція для компостування відходів

2.3. Техніка для підготовки органічних відходів до компостування.

Техніка для підготовки органічної маси фірми JOHLI







Рис. 2.2. Техніка для підготовки органічної маси фірми JOHLI



Рис. 2.3. Буртоутворювач компосту AZ 65 D Titan фірми Jenz

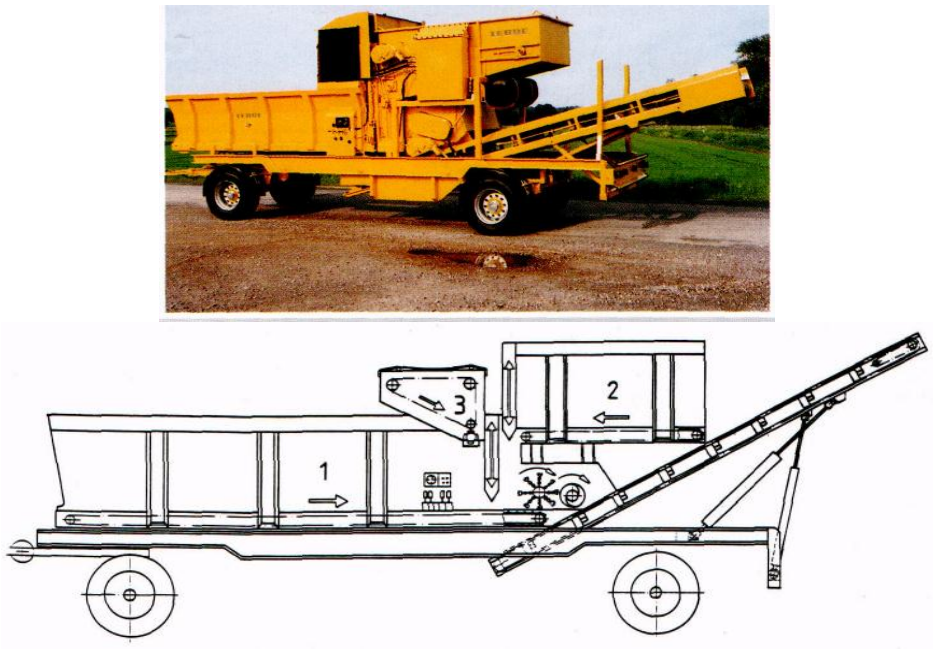


Рис. 2.4. Компостоприготувальна техніка фірми Maschinenfabrik

Аератори



Рис. 2.5. Аератор компосту фірми Jean.



2.6. Аератор компосту фірми MORAWETZ





Рис. 2.7. Аератор компосту фірми **SANDBERGER**

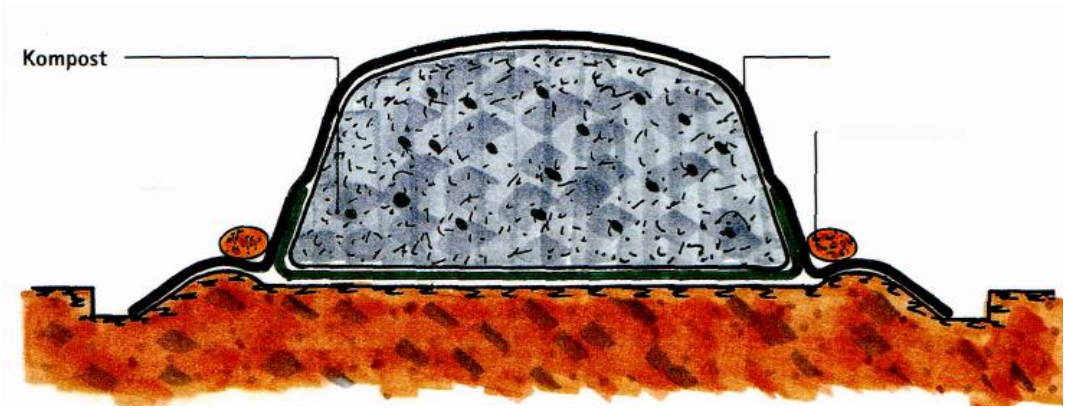


Рис. 2.8. Переріз компостного бурта.

2.4. Характеристика компонентів для виготовлення компосту.

2.4.1. Солома.

Оскільки інтенсивність виробництва зернових культур в сівозмінах може досягати 70%, то основою поповнення запасів ґумусоутворюючих речовин в ґрунті повинна бути солома. Склад соломи та вміст елементів живлення показано в табл. 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1. – Склад соломи, % сухої речовини.

Культура	Загальна зола	Водорозчинні речовини	Лігнін	Пентозани	Альфаце-лінолоза
Ячмінь	6,4	16,1	14,5	24,7	33,8
Овес	7,2	15,3	17,5	27,1	39,4
Пшениця	6,6	7,4	16,7	28,2	39,0
Жито	4,3	9,4	19,0	30,5	37,6
Рис	16,1	13,3	11,9	24,5	36,5

Як видно із табл. 2.2 в усіх видах соломи, крім зернобобових культур, відношення C/N складає 60-100. В прямій залежності від цього показника знаходиться швидкість її розкладання в ґрунті. Чим це співвідношення менше, тим швидше розкладається солома. При внесенні соломи в чистому вигляді в перший рік спостерігається деяке зниження врожаю сільськогосподарських культур в результаті додаткового споживання азоту з ґрунту мікрофлорою, що розкладає солому. Крім того, на перших етапах розкладу соломи, в ґрунт виділяються органічні кислоти, що знижує схожість зерна. Біоконверсія соломи в ґрунті проходить в умовах далеких від оптимальних для діяльності ґрунтової мікрофлори, а тому цей процес значно затягується в часі.

Таблиця 2.2. – Вміст елементів живлення в соломі.

Солома	Суха речовина, %	Органічна речовина, %	% до сирої маси					C/N (N=1)
			N	P	K	Ca	Mg	
Пшенична	86	82	0,45	0,07	0,64	0,21	0,07	80-90
Житня	86	82	0,34	0,07	0,52	0,33	0,05	100-110
Ячмінна	86	82	0,50	0,18	0,94	0,28	0,05	70-80
Вівсяна	86	80	0,42	0,13	1,12	0,24	0,07	80-90
Кукурудзяна	86	82	0,46	0,16	1,26	0,32	0,14	60-80
Ріпакова	85	80	0,53	0,11	0,85	0,81	0,16	60-70
Зернових і бобо-вих культур	86	80	1,29	0,16	1,07	0,91	0,16	20-25

Для виключення цього негативного ефекту 1 т соломи вносять від 3,5 до 15 кг азоту (в середньому 10 кг). Для зменшенням негативного впливу соломи на ґрунт в перший рік застосування рекомендується одночасно вносити вермикомпост, або ЕМ- препарати.

Відомі такі способи використання соломи на удобрення ґрунту: для одержання підстилкового гною, виробництво компостів та субстратів для вирощування грибів, безпосереднє використання соломи для удобрення ґрунту.

Традиційний спосіб використання соломи на добриво – застосування її на корм та підстилку тваринам в результаті чого одержують підстилковий гній.

Слід відзначити, що в господарствах, які мають достатню кількість соломи, велику рогату худобу, свині та інші свійські тварини слід утримувати на глибокій підстилці. Таке утримання створює комфортні умови для тварин, підвищується їх продуктивність, збільшується в господарствах об'єм високоякісних органічних добрив. Останні дослідження інституту свинарства НААН свідчать, що газовий склад повітря в приміщеннях, в яких утримують свиней на глибокій підстилці, задовільний для життєдіяльності тварин.

Одним із резервів накопичення органічних добрив у господарствах є утримання великої рогатої худоби на вигульних майданчиках та в літніх таборах. Місця стоянки тварин покривають подрібненою соломою шаром 30-40 см. У міру перемішування соломи з екскрементами тварин накопичений гній видаляють з майданчиків бульдозерами, звільнений від гною майданчик знову засипають соломою. В середньому вихід напівперепрілого гною на одну умовну голову за рік, з урахуванням накопичення в літніх таборах та на вигульних майданчиках складає 10-11 т.

Солому для підстилки в приміщеннях та на вигульних майданчиках, як було відмічено вище, краще застосовувати в подрібненому вигляді. Подрібнена солома краще поглинає рідкі екскременти тварин, гній з подрібненою соломою краще буртується, зменшуються втрати азоту і органічної речовини. Використання подрібненої соломи в порівнянні з неподрібненою зменшує витрати для підстилки на 25%. Для розкидання подрібненої соломи в приміщеннях, вигульних майданчиках та літніх таборах слід використовувати модернізований розкидач подрібненої соломи КТУ-10. Підстилковий гній з приміщень та вигульних майданчиків видаляють за допомогою бульдозерів, які змонтовані на тракторах класу 1,4 та 3 (тонно сил).

Компости одержують шляхом змішування з напіврідким гноєм, пташиним послідом, або твердою фракцією рідкого гною при розділенні його на фракції. При цьому суміш екскрементів тварин та соломи укладають в бурти для знезараження та зберігання.

Для цього використовують стаціонарні та мобільні комплекси машин та обладнання. Досвід їх використання показав, що мобільні комплекси для приготування органічних добрив є універсальними для використання в різних типах господарств під час компостування органічної сировини.

При використанні соломи безпосередньо як добрива її подрібнюють і рівномірно розкидають по поверхні ґрунту в процесі збирання зернових культур.

В усіх трьох способах використання соломи для удобрення ґрунту її необхідно подрібнювати. Для цієї цілі використовують ПУН-5 та ПКН-1500. Для подрібнення валків соломи, залишеної на поверхні поля після збирання зернових культур комбайнами без подрібнювачів, подрібнення і розподіл її по стерні з подальшого заорення застосовують подрібнювачі-розкидачі соломи ПРС-2,1, ПВ-3,6, МП-2,0, ПН-4,0.

В практиці рекомендується заробляти солому зразу після її подрібнення і розкидання важкою дисковою бороною БДВ-3, БДВ-7, а також ґрунтообробними агрегатами типу АГ або УДА, на глибину 8-10 см.

На полях, які розміщені поблизу тваринницьких ферм, мінеральні добрива (азотні) під час використання соломи можна замінити еквівалентною по азоту дозою рідкого гною – 6-8 т на 1 т соломи.

Встановлено, що коефіцієнт гуміфікації при безвідвальному обробітку ґрунту на 23-25% більший ніж при оранці з обертанням пласта, що позитивно впливає на розкладання соломи.

2.4.2. Торф.

Торф здавна використовувався для удобрення під сільськогосподарські культури. Виділяють торф низинний (автотрофний), перехідний (мезотрофний) і верховий (оліготрофний). Хімічний склад різних видів торфу подано в табл. 2.3..

Таблиця 2.3 – Хімічний склад різних видів торфу, % сухої речовини .

Тип торфу	Азот (N)	Фосфор (P_2O_5)	Калій (K_2O)	pH сольове
Верховий	0,8-1,2	0,05-0,12	<0,1	2,8-3,5
Перехідний	1,0-2,3	0,1-0,2	0,1	3,5-4,7
Низинний	2,3-3,3	0,12-0,5	<0,15	4,7-5,5

В ньому міститься від 20 до 70% органічної речовини, від 2,3 до 3,3% азоту в низинному торфі, від 0,8 до 1,2% у верховому торфі, та ряд інших цінних елементів молібден, кобальт, цинк, бор тощо.

Азот у торфі знаходиться у малодоступній для рослин формі. Для того щоб перетворити його в доступну, торф необхідно використовувати для виготовлення компостів. Компостують провітрений торф із свіжим гноєм, пташиним послідом, осадами стічних вод тощо. Він є чудовим адсорбентом і консервантом, що дає можливість при компостуванні підвищувати вміст рухомих речовин, він зберігає рідку фракцію.

Торфяна підстилка поліпшує санітарний стан тваринницьких приміщень, знижує рівень простудних захворювань тварин та птиці.

Мікробіологічні процеси в результаті компостування відбуваються особливо активно при температурі 50-60 ^oC. Тому торфокомпости вкладають в бурти без ущільнення. Закладку торфяних компостів можна здійснювати на протязі всього року. В літній період термін компостування – 1 місяць, в зимовий 2-3 місяці, так як при понижених температурах всі мікробіологічні процеси уповільнюються.

Під час виготовлення торфогнойових компостів компоненти змішують в співідношенні 1:1. По дії на урожай основних сільськогосподарських культур компост такого складу майже не поступається гною.

При підвищенні ступеня розкладу зростає зольність торфу. Нейтральна реакція торфу свідчить про підвищений вміст кальцію, кисла – рухомих форм заліза , алюмінію і марганцю. Використання кислого торфу не рекомендується. Тому перед його використанням треба не тільки нейтралізувати його кислотність, але й провести його провітрювання з метою переведення закисних сполук в окисні. Торф з прошарками віанту (фосфорнокисла закисна сіль заліза), вміст якого становить до 8 %, можна використовувати і як фосфорне добриво.

Вітчизняні та зарубіжні дослідження свідчать про високу агрохімічну і екологічну ефективність використання торфу в теплично-парниковому господарстві в якості поживного субстрату при вирощуванні їстівних грибів.

2.4.3. Сапропелі.

В Україні почався освоюватися такий вид органічних добрив як сапропель.

Сапропелі – комплексні відкладення органічних і мінеральних речовин на дні непроточних або слабо проточних відкритих водойм. Середній вміст азоту – 2,05 %, фосфору – 0,63 %, калію – до 0,03-0,04% в сухій речовині.

За хімічним складом сапропелі поділяють на кремнеземисті (піску понад 50 %), карбонатні (понад 30% окису кальцію) і органічні (понад 70 % органічної речовини).

Сапропелі містять ряд цінних мікроелементів, вітамінів, біостимуляторів, що можуть бути додатковим джерелом підвищення родючості ґрунтів. Сапропелі після провітрювання і проморожування використовують для удобрення в чистому вигляді або готують компости з гноєм, послідом, гноївкою тощо. При цьому відстань перевезень не повинна перевищувати 20 км.

2.4.4. Мул ставків.

На відміну від сапропелів ставковий мул утворюється за короткий час існування штучної водойми, за рахунок знесення з водозбірної площі тонко дисперсних мінеральних та органічних частинок, а також рослинних і тваринних решток водойми. Мул ставків в деяких випадках за хімічним складом мало чим відрізняється від навколишніх ґрунтів. Вносять його під оранку провітреним у нормах 100-200 т/га на території, що прилягає до водойм, тому що перевозити його на значні відстані неефективно із-за низького вмісту поживних речовин.

2.4.5. Органічні відходи комунальних господарств і промисловості.

Вилучення продукції сільськогосподарського виробництва у сферу міського споживання і промислової переробки сировини розширює розімкнене коло біологічного кругообігу у землеробстві, концентруючи її навколо міст і промислових центрів.

Кількість міських відходів, шламів, сміття у світі щороку становить близько 25-30 млрд. тонн, під звалищами втрачається 5-7 млн. га землі, половина якої продуктивні угіддя. До таких відходів відносяться осади стічних вод міських очисних споруд, міське сміття, відходи промисловості органічного походження. Хімічний склад таких відходів показано в табл. 2.4.

Осади стічних вод – цінне органічне добриво, що утворюється на очисних спорудах. У таблиці 2.5 приведені дані ряду зарубіжних дослідників за вмістом основних речовин удобрювачів в осаді стічних вод і гною великої рогатої худоби. Як видно із таблиці 2.5, осад стічних вод поступається лише гною за вмістом калієвих добрив. Тому при удобрюванні осадом стічних вод одночасно вносять додатково мінеральні калієві добрива. Найціннішим органічним добривом, багатим азотом і фосфорним ангідридом є активний мул.

Вміст поживних речовин в осаді міських стічних вод коливається в широких межах. Це пояснюється відмінністю складу стічних вод (табл. 2.6), що очищаються, і притокою різноманітних промислових стоків в міську каналізацію.

Використання осаду стічних вод в якості добрив є найбільш раціональним прийомом утилізації при умові відповідності його санітарно-гігієнічним вимогам.

Міське сміття. Існує три способи переробки міського сміття: складання на звалищах, спалювання і компостування. Складання міського сміття на звалищах може стати

небезпечним джерелом забруднення навколишнього середовища. Різні види міського сміття неоднакові за вмістом поживних речовин (табл. 2.7).

У міському смітті міститься значна кількість органічної речовини, бо воно складається переважно із кухонних відходів (35 %), паперу (34 %), скла і фарфору (6 %), заліза (3 %), пластмаси (1 %). Встановлено, що в 10 т побутових відходів міститься 900- 1900 кг органічної речовини (у 10 т гною – 1800 кг), 50-1000 кг основ (у гної – 60 кг), 8-10 кг азоту (гній – 15-20 кг), 10 кг фосфору (гній – 15-20 кг), 30-40 кг калію (гній – 60-70 кг). У середньому в міському смітті міститься (% на суху речовину): N – 0,6-0,7, P_2O_5 – 0,5- 0,6, K_2O – 0,8.

Слід відмітити, що відходи комунального господарства можуть мати як позитивне, так і негативне значення для землеробства; в них може міститися значна кількість важких металів, фенолів, ціанідів, мийних засобів, вони можуть бути джерелом інфекційних і гельмінтозних захворювань для людини і тварин. Тому для їх використання необхідно проводити переробку по спеціальних технологіях, які запобігають негативному екологічному впливу на ґрунт.

*Відходи промисловості***.** З ростом промислового виробництва постійно збільшується кількість відходів мінерального та органічного походження. Всі вони містять певну кількість цінних поживних речовин для рослин. Зокрема, для удобрення можна використовувати відходи гірничорудної та металургійної промисловості, шлаки заводів кольорової промисловості, збагачувальних фабрик.

Серед твердих промислових відходів є й такі, що не можна застосовувати у землеробстві або інших галузях народного господарства. Після всебічної перевірки їх необхідно знезаражувати і знищувати.

Відходи органічного походження поділяють на три групи:

1 – ті, що потребують компостування – відходи боєнь, пера, пух, лузга насіння, вичавки з яблук та винограду, винний осад;

2 – ті, що вимагають завчасного внесення в ґрунт (мають широке відношення C : N – $N H_4$): м’язга і шрот виноградних зерен; відходи щетинних фабрик, вовняних цехів; вовняний пил;

3 – ті, що придатні для удобрення без обмежень: шлам боєнь, сирі рибні відходи, міздра, рогова і галалітова стружка, лялечка шовкопряда, шовковий пух, тютюновий пил, тютюновий лист після видалення нікотину, шрот рицини.

Таблиця 2.4. – Хімічний склад добрив із вихідних компонентів.

Показник	Побутове сміття	Осад стічних вод	Сміттє-мулові добрива
Вологість, %	30,0-40,0	70,0	55,0
pH сольове	5,5-6,0	10,4	7,8
Органічна речовина, %	50,0-64,0	55,0	47,0
Азот загальний, % на суху речовину	0,8-0,9	2,4	1,9
Фосфор загальний (P_2O_5), % на суху речовину	0,7	0,9	1,1
Фосфор рухомий (P_2O_5), мг/кг	170,0-200,0	200,0	270,0
Калій загальний (K_2O), % на суху речовину	0,6	0,4-0,6	1,0-1,2
Барій, мг/кг	70-80	400-500	250-300
Бор, мг/кг	4,0-8,0	20,0	10,0-15,0
Хром, мг/кг	112,0-180,0	75,0	130,0
Свинець, мг/кг	30,0-40,0	45,0	40,0
Нікель, мг/кг	10,0-11,0	20-30	20-25

Цинк, мг/кг	0,2-0,5	7,0-8,0	2,0-3,0
Мідь, мг/кг	30,0-56,0	35,0	2,0-3,0
Марганець, мг/кг	7,0-10,0	100-150	20-30
Кальцій (CaO), %	6,0	10-15	9-10
Відношення C/N	30-35	20-25	20-25

Таблиця 2.5 – Порівняльний вміст основних речовин удобрювачів в осаді міських стічних вод і гною великої рогатої худоби, в % на суху речовину.

Речовини удобрювачів	Сирий осад	Активний мул	Зброджений осад	Гній ВРХ
Азот N	1,6 .4,0	2,4.6,5	1,7.6,0	2,0.2,6
Фосфор (P2O5)	0,6.5,2	2,3.8,0	0,9.6,6	1,6.1,8
Калій (K2O)	0,2.0,6	0,3.0,4	0,2.0,3	1,8.1,9

Таблиця 2.6 – Удобрювальна цінність осаду стічних вод.

Стічні води	Вміст хімічних елементів мг/л				При середній зрошувальній нормі 400 $м^3$/га вноситься на 1 га	
Комунально-побутові	N	K	P	Ca+Mg	мінеральних добрив	гною по азоту
Міста і населені пункти						
Комунально-побутові	80-100	40-50	18-20	-	2,4-2,9	64-80
Змішані	50	30	10	100	1,8	40
Харчова промисловість						
Цукрові	30	50	10	170	1,2	24
Молочні	36	23	18	70	1,3	29
Крохмальні	260	480	90	76	11,7	200
Пивоварні	16	20	5	65	0,5	13
Дріжджові	250	480	100	-	11,8	200
М’ясні	290	140	100	160	9,2	230
Консервні	23	120	25	-	2,2	180

Таблиця 2.7. – Хімічний склад міського сміття, % у сирій речовині.

Сміття	Вода	Азот (N)	Фосфор (P_2O_5)	Калій (K_2O)	Вапно (C_aO)
Свіже з будинків з каналізацією	46	0,5	0,5	0,4	-
Свіже з будинків без каналізації	60	0,6	0,8	-	-
Свіже	50	0,6	0,3	1,0	7,0
Перепріле	-	1,2	1,7	2,7	8,6

При наявності органічних наповнювачів (торф, відсортоване міське сміття, тирса, підстилковий гній тощо) знезаражені осади доцільно компостувати з ними у співвідношенні – осад: наповнювач із сміття і тирси 0,5-1,5 : 1 влітку і 1-3 : 1 взимку із підстилкового гною – відповідно 0,5 : 1 і 1 : 1, із торфу – 1,5-1 : 1 і 2-1,5 : 1. Період визрівання компосту влітку – 1,5-2, взимку – 3-4 міс.

Наповнювач завозять на майданчик компостування і розрівнюють шаром 25-35 см бульдозером, на нього рівномірно розвантажують осад стічних вод, потім суміш перемішують бульдозером або обробляють дисковою бороною і формують бурт заввишки до 2-2,5 м, завширшки по низу 7-8 м і 3-4 по верху і масою не більше 1000 т. При збільшенні

висоти штабеля маса робиться більш липкою і гірше піддається рівномірному внесенню. Такі компости не ущільнюють, а якщо зберігають лише осад чи компост із сміття, то його необхідно щомісяця перемішувати (перший раз через 3 тижні після обробки).

Узагальнення результатів ряду досліджень вітчизняних і зарубіжних учених по хімічному складу, інших показниках дозволили звести характеристики основних видів вживаних органічних добрив в таблицю 1.26.

Таблиця 1.26 – Основні характеристики органічних добрив

Органічне добриво	Вологість, %	Густина, т/м^3	pH	Вміст в % на абсолютно суху речовину								Воло-гоєм-ність, %
				Орган. речовини	Зола	*C*	*N заг.*	NH_4	P_2O_5	K_2O	*CaO*	
Гній ВРХ	85-97	1,0-1,1	6,7-8,7	70-85	15-30	18-40	1,9-4,3	0,8-2,5	0,6-2,8	1,3-5,2	1,9-2,1	-
Гній свиней	86-98	1,0-1,1	6,8-8,7	75-85	15-20	25-30	2,6-6,5	0,9-2,9	1,4-3,7	1,4-5,4	0,3-0,5	-
Послід	70-85	1,07	6,7-8,4	50-75	25-50	21-37	3,6-8,0	1,7-2,3	3,0-6,7	1,3-4,0	2,35	
Осад стічної води	82-92	-	7,5	60-75	25-40	35-80	1,6-4,0	0,8-2,0	0,6-5,2	0,3-0,6	3,6-10,8	
Осад зброджений	83-92	-	-	59-72	28-41	-	3,0-4,0	0,27	2,4-4,8	0,81	3,48	
Торф верховий	55-70	0,2-0,6	2,6-4,4	95-98	1,5-5,0	32,4	0,5-2,0	-	0,03-0,3	0,01-0,1	0,1-0,5	600-1200
перехідний	55-65	0,2-0,4	2,6-5,3	90-95	1,0-5,0	-	1,4-2,5	-	0,02-0,4	0,05-0,2	0,2-0,3	350-950
низинний	55-65	0,2-0.5	4,8-7,0	85-92	9,0-15,0	50-64	1,6-4,0	-	0,1-0,4	0,02-0,3	1,2-6,3	450-870
Солома	16-24	0,04-0,06	-	78-85	4,0-7,0	36-70	0,5-0,8	-	0,1-0,2	0,9-1,6	0,3-0,4	200-300
Тирса	25	-	-	-	-	-	0,20	-	0,30	0,74	1,0-1,8	400-420
Кора дерева	60	-	5,0-6,0	55-80	3,0-5,0	-	0,2-0,3	-	0,06-0,1	0,07-0,1	-	-
Тверді побутові відходи	40-60	0,3-0,6	5,0-7,8	40-70	28-30	24-38	0,6-1,1	-	0,5-0,6	0,6-0,8	2,0-5,6	-
Лігнин	60-70	-	2,5	-	9,1	41,1	0,15	-	0,02	0,02	-	-

2.5. Аналітичні залежності для розрахунку виходу органічних добрив

Для розрахунків маси підстилкового гною, який нагромаджується в господарстві від різного виду тварин зручно користуватися середніми даними по виходу суміші кала і сечі від умовної голови (жива вага 500 кг), який складає у великої рогатої худоби в середньому 55 кг/ гол. в добу і 11,1 кг/гол у свиней і використовують формулу (1.5).

$$M_{п.г.} = n\left[M_e + M_n\left(t_n + \frac{t_л}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П}{100} + M_к, \qquad (2.1)$$

де $M_{п.г.}$ – вихід підстилкового гною, кг; M_e – маса екскрементів від однієї умовної голови, кг; n – кількість тварин в умовних головах; M_n – маса підстилки за добу на одну тварину кг/ ум. гол.; t_n, $t_л$ – відповідно тривалість утримання тварин в приміщеннях і літніх таборах, діб; $П$ – втрати маси в процесі зберігання гною, %. $M_к$ - маса інших органічних відходів, які використовуються для компостування (торф, сапропель, інші відходи органічного походження), т.

Тема 3. РОЗРАХУНОК ВЕРМИГОСПОДАРСТВА ТА ВИРОБНИЦТВО БІОГУМУСУ.

Мета: вміти проводити розрахунки з проектування виробництва органічних добрив – біогумусу вермикомпостуванням

Завдання для виконання практичної роботи

Визначити проектні характеристики вермигосподарства для отримання біогумусу сирцю: варіант *№1 =200 т/рік*, в. *№2 =250 т/рік*, в. *№4 =280 т/рік ,* в. *№5 =300 т/рік*, в. *№6 =320 т/рік*, в. *№7=340 т/рік*, в. *№8 =350 т/рік*, в. *№9 =380 т/рік*, в *№10 =400 т/рік*, в. *№11 =420 т/рік*, в. *№12 =450 т/рік*, в. *№13 =460 т/рік*, в. *№14 =480 т/рік*, в. *№15 =490 т/рік*, в. *№16 =500 т/рік*, в. *№17 =520 т/рік*, в. *№18 =550 т/рік*, в. *№19 =580 т/рік*, в. *№20 =600 т/рік*, в. *№21 =620 т/рік*, в. *№22 =650 т/рік*, в. *№23 =680 т/рік*, в. *№24 =700 т/рік*, в. *№25 =720 т/рік*, в. *№26 =750 т/рік, №27 =780 т/рік, №28 =800 т/рік, №29 =820 т/рік, №30 =850 т/рік*.

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомитися з основними термінами які використовуються під час вивчення технологій вермикультивування.
2. Ознайомитися з технологіями вермикультивування отримання біогумусу.
3. Вивчити основні характеристики компонентів вермикомпостування.
4. Опрацювати методи аналітичних розрахунків для проектування вермигосподарств.

Теоретичні відомості

3.1. Огляд і аналіз основних технологій утилізації органічних відходів вермикомпостуванням

Основні визначення

Органічні відходи. Речовина і матеріали рослинного і тваринного походження, що утворилася в процесі сільськогосподарського виробництва, накопичується у звалищах і відстійниках, не використовуються в подальшому за місцем зберігання, від яких власник позбавляється або має намір чи зобов'язаний позбавлятися шляхом утилізації, видалення чи захоронення.

Вермикультура. Компостні черв'яки в органічному субстраті.

Вермикультивування. Штучне розведення компостних черв'яків.

Вермикомпостування. Технологія отримання біогумусу та біомаси компостних черв'яків.

Вермикомпост. Перероблений гумус, органічний субстрат та компостні черв'ки, які знаходяться в ньому.

Біогумус. Високоефективне екологічно чисте добриво пролонгованої дії, яке одержують шляхом мікробіологічного розкладу органічного субстрату (гній, відходи органічного походження, рослинні рештки тощо) і переробки його на кінцевій стадії особливим видом черв'яка (червоний каліфорнійський гібрид).

Каліфорнійський червоний черв'як. Гібрид, селекційований на основі гнойового черв'яка. Має високі продуктивні властивості і більшу тривалість життя.

Ложе. Одиниця площі вермикультури розміром 2 м х 1 м (для промислового вермикультивування).

Стратифікація. Процес нормалізації умов середовища базового субстрату протягом місяця після його закладки в ложі.

Сирий біогумус. Продукт переробки вермикомпосту шляхом відділення біомаси черв'яків.

Товарний біогумус. Продукт переробки сирого біогумусу одержаний шляхом підсушування його до вологості від 50% до 60% і відокремлення фракцій від 1 мм до 3 мм, в яких домінують копроліти черв'яків.

Копроліти (випорожнення черв'яків). Речовина органічного походження, що утворюється в кишківниках компостних черв'яків під час переробки ними базового субстрату і яка є основною складовою частиною біогумусу. Копроліти мають грануло подібну (грудкувату) форму, що надає біогумусу сипкості. Під впливом води і повітря гранули копролітів руйнуються повільно, що забезпечує пролонговану дію біогумусу.

Базовий субстрат. Продукт переробки органічного субстрату (гній, відходи органічного походження, органічні рештки тощо), який використовується для подальшої переробки вермикультурою.

Субстрат. Корм для черв'яків, підготовлений з органічних відходів природного походження методом компостування.

Біомаса. Речовина біологічного походження, яка складається з організмів компостних черв'яків.

Компостні черв'яки. Особливий вид черв'яка (червоний каліфорнійський гібрид) та інші представники групи дощових черв'яків, які використовуються як біологічний агент виробництва біогумусу.

Зародки компостних черв'яків. Розміщені в коконі запліднені яйця черв'яків, в яких проходить процес розвитку.

Кокон. Щільна слизиста оболонка (муфта), яка починає формуватися на пояску компостного черв'яка після запліднення. Муфта заповнена високопоживним білковим кормом для зародків компостних черв'яків і пізніше скидається з тіла черв'яка. Кокон має довжину від 3 мм до 4 мм та ширину від 2 мм до 3 мм. Свіжі кокони нагадують анфору і мають жовто-зелений колір. В коконах розвивається від 2 до 22 зародків.

Технологічні процеси вермикомпостування.

Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких при переробці вермикомпостуванням одержують цінне добриво-біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Наукові дослідження академіка Городнього М.М., Мельника І.П., Слободяна В.А., Гітіліса В.С. та інших свідчать про те, що ці відходи є цінним джерелом поживних речовин, які в процесі переробки цих відходів вермикомпостуванням (рис. 3.1) акумулюються в легкодоступних для засвоювання їх рослинами формах в біогумусі (рис. 3.2), а також в біомасі дощових черв'яків (рис.3.3), яка є ефективним джерелом поповнення білка в кормовиробництві. З цих відходів готується субстрат – корм для черв'яків (рис. 3.4). Іноді використовуються субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю. На основі аналізу даних робіт розроблена класифікаційна схема технологічних процесів підготовки субстрату (рис. 3.5), згідно з якою процес підготовки субстрату класифікується за призначенням і системами компостування виду основного компостуючого матеріалу.

Підготовка субстрату (рис. 3.6) є однією з основних ланок в технологічному циклі верми-компостування. Субстрат має для черв'яків подвійне значення: по-перше, це середовище існування; по-друге, це корм, завдяки якому забезпечується певний рівень їх життєдіяльності. Тому від виду субстрату і співвідношення його окремих компонентів та багатьох інших факторів залежить загальний стан популяції черв'яків, інтенсивність переробки відходів, розмноження і нагромадження біомаси черв'яків, властивість і кількість біогумусу.

Важливо відмітити, що на різних видах субстрату розвиток черв'яків проходить неоднаково і фізико-хімічний склад біогумусу різний. За даними НДЦ „Біогумус", за 1,5 місяці в субстраті на основі курячого посліду, біомаса черв'яків збільшилась в 4 рази, на

основі свинячого гною – в 3 рази, на основі гною ВРХ – в 2,8 рази, на основі осаду стічних вод – в 2,6 рази.

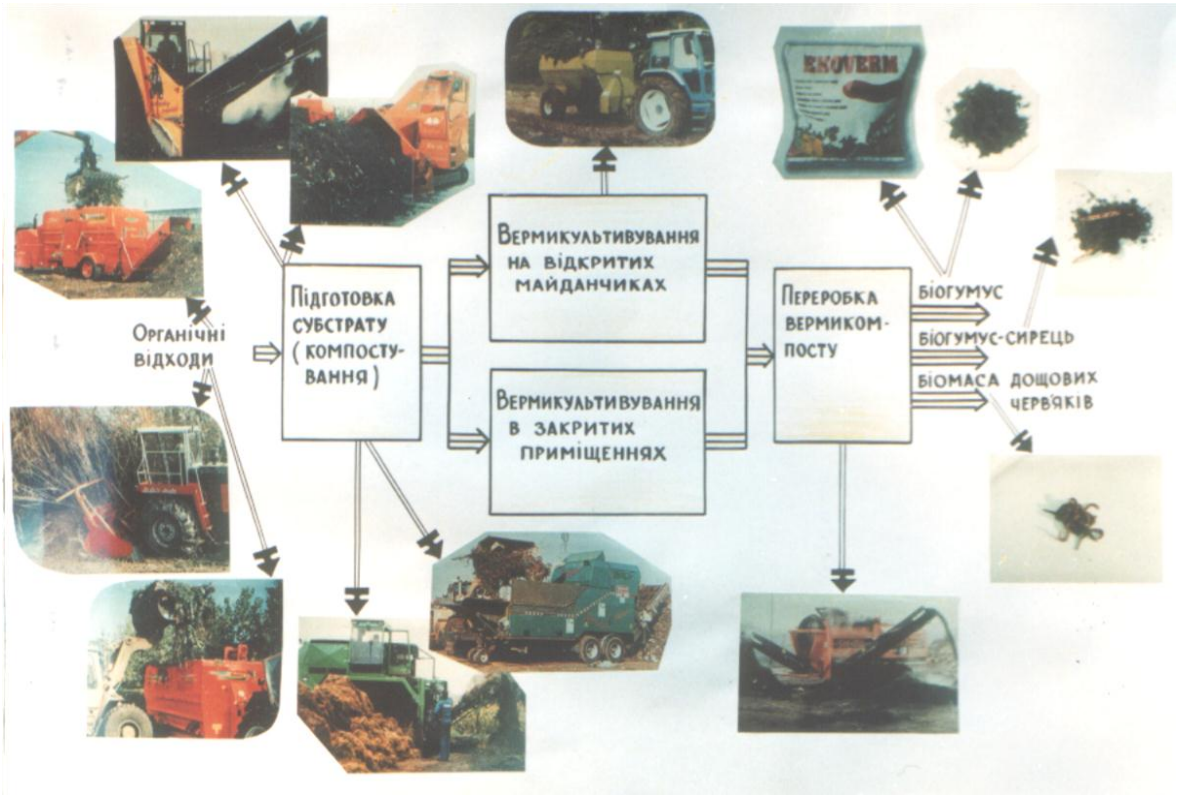


Рис. 3.1. Структурна схема вермикомпостування.

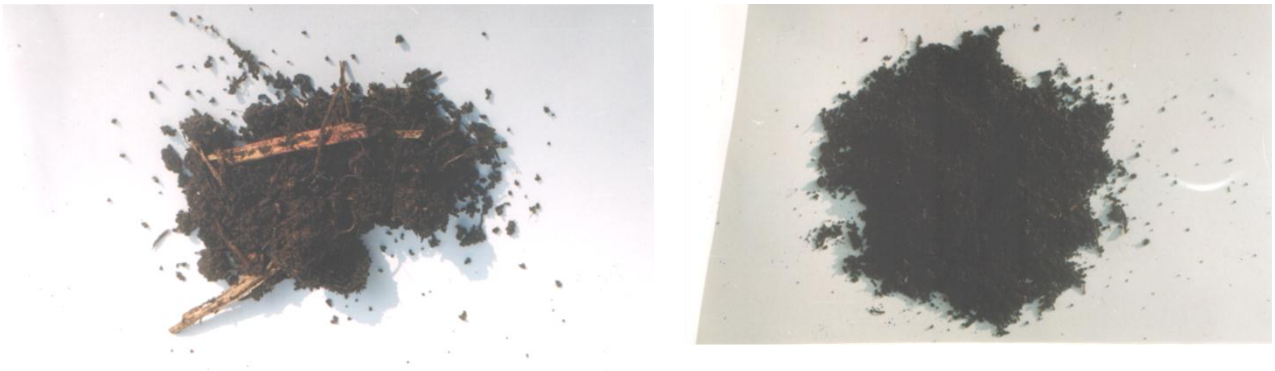
Аналіз наукових робіт Городнього М.М., Слободяна В.А. і інших авторів свідчить, що основними технологічними операціями підготовки субстрату є змішування компонентів, закладання їх в бурти, ферментування, в процесі якого підтримується вологість маси на рівні 70-80%, а також її аерування.

Для одержання якісного субстрату пред'являються ряд вимог. Вологість вихідного субстрату повинна бути 70-80 %. В ньому не повинно бути твердих включень (каміння, метал, дерево, скло і інші), середовище повинно бути нейтральним. Компостують субстрат у двох режимах, спочатку в термофільному (температура 50-60 ^{0}C), а потім у мезофільному (температура 25-35 ^{0}C).

Мінеральні добавки у вигляді порошку (вапно, крейда, мергель, дефекат) дають в кількості 300-400 г на 1 м^3 субстрату. Тривалість дозрівання корму: влітку 2-3 місяці, зимою 3-5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців. Готовність субстрату до споживання визначають по відношенню вуглецю до азоту, яке повинно бути близько 20. Субстрат повинен мати матеріал з мінеральними добавками у вигляді глини, дефекату, цеолітів до 10 % від всієї ваги.

В простих системах компостування (рис. 3.5) підготовлений субстрат складають у вигляді довгих буртів, які називаються компостними рядами, вручну, або за допомогою навантажувачів чи самоскидів. Компостні ряди мають приблизно трикутну форму в перерізі, їх висота і ширина може бути різна, але рекомендується, щоб для природної аерації їх висота не перевищувала 1,5 м, а ширина 2,5 м. Бажано, щоб майданчик, на якому розміщують компостні ряди, був бетонним і не руйнувався транспортними засобами.

В країнах Європи і в США для приготування субстрату на фермах використовуються навантажувачі і плоскодонні розкидачі гною. Органічні відходи з тваринницьких ферм навантажуються в розкидач для гною, в якому вони подрібнюються, аеруються, а потім звалюються купою висотою 1,25 м.



а) б)

Рис. 3.2. Зразки біогумусу:
а – сирець; б – товарний.



Рис. 3.3. Вигляд біомаси дощових черв'яків



Рис. 3.4. Вигляд субстрату – корму для черв'яків

Агрегат поступово пересувається, щоб утворився бурт. За допомогою спеціального пристрою роблять вертикальні отвори діаметром 75 мм на відстані 1 м один від одного. Через 2-3 місяці субстрат готовий до використання.

Для того, щоб збільшити швидкість біодеградації субстрату і виключити необхідність його перевертання, здійснюється примусова аерація компостних рядів за допомогою спеціальних труб, прокладених під субстратом, що компостується. Аерування субстрату здійснюється за рахунок відбирання повітря з цих каналів, або нагнітання повітря в них.

В механізованих системах з використанням компостних рядів субстрат часто розміщують в ложах між стінками. Майданчик, на якому розміщені компостні ряди, має пристрій для нагнітання (відбору) повітря. Перемішування здійснюється за допомогою пристроїв, які рухаються вздовж стін. Тривалість компостування субстрату від 4 до 12 діб.

Механізованою установкою для компостування субстрату, в основному, є барабан довжиною 40 м і діаметром 4 м, який обертається з частотою 1-2 $хв^{-1}$. Тривалість перебування субстрату в барабані 2 - 3 доби, після чого його розміщують в компостні ряди на декілька діб. Підготовлений субстрат використовується для вермикультивування.

Вермикультивування – це процес розведення дощових черв'яків. Технологічний процес вермикультивування може носити різний виробничий характер в залежності від об'єму перероблюваних органічних відходів, інтенсивності технологічного процесу (рис 3.7)

та інших параметрів. На основі аналізу робіт розроблено класифікаційну схему вермикультивування і отримання вермикомпосту (рис. 3.8), згідно з якою вермикультивування класифікується за призначенням, процесом вермикультивування і способом утримання черв'яків.

Промислове вермикультивування передбачає створення крупних вермигосподарств для переробки значних обсягів органічних відходів.

Індивідуальне вермикультивування – вирощування черв'яків в умовах фермерських господарств, на присадибних і дачних ділянках, в підвальних приміщеннях і на балконах в міських населених пунктах.

Спеціальне вермикультивування призначене для використання продукції в медицині, фармакології, харчовій промисловості.

Процес вермикультивування поділяється на екстенсивний і інтенсивний. Інтенсивний спосіб вермикультивування полягає в тому, щоб з однієї і тієї ж площі вермикультури одержати кінцеві продукти в якомога коротші строки і у великих кількостях. Інтенсифікація розвитку вермигосподарства проводиться за рахунок автоматизації і механізації виробництва і ефективним використанням виробничої площі.

За способом вирощування дощових черв'яків процес вермикультивування може здійснюватися на відкритих майданчиках, в закритих приміщеннях, комбінованим способом та в спеціальних лабораторіях. Біомасу черв'яків, в залежності від призначення і способу культивування, вирощують в буртах, ящиках, або стелажах і ямах.

В процесі вермикультивування одержують вермикомпост. Вермикомпост складається з копролітів черв'яків, залишків субстрату, а також біомаси черв'яків. Вермикомпост без черв'яків, який не піддають переробці називають *біогумусом – сирцем*. Біогумуссирець можна використовувати для внесення в ґрунт як добриво, а біомаса дощових черв'яків використовується в кормовиробництві, медицині і фармакології.

З метою комерційної реалізації отриманий вермикомпост (біогумус-сирець) піддають переробці і одержують товарний біогумус (далі біоумус). Для цього відділяють тверді включення (скло, метал, каміння та ін.), відділяють черв'яки, якщо вони не були відділені на етапі вермикультивування, сушать, подрібнюють та фракціонують.

На практиці вермикомпостування в основному проводять на відкритих майданчиках, в закритих приміщеннях, або комбінованим способом.

Вермикультивування на відкритих майданчиках характерне тим, що вермикультивування проходить в умовах навколишнього середовища в буртах висотою до 1 м і шириною 1,5 – 4 м при температурі не нижче + 5 °С. Слід відмітити, що в Україні, поки що в основному, використовується саме ця технологія.

Вермикультивування в буртах складається з наступних технологічних операцій:

– закладання буртів з субстратом;

– заселення дощових черв'яків в субстрат;

– поливання буртів з вермикомпостом для підтримування вологості в межах 70-80 %;

– аерування вермикомпосту;

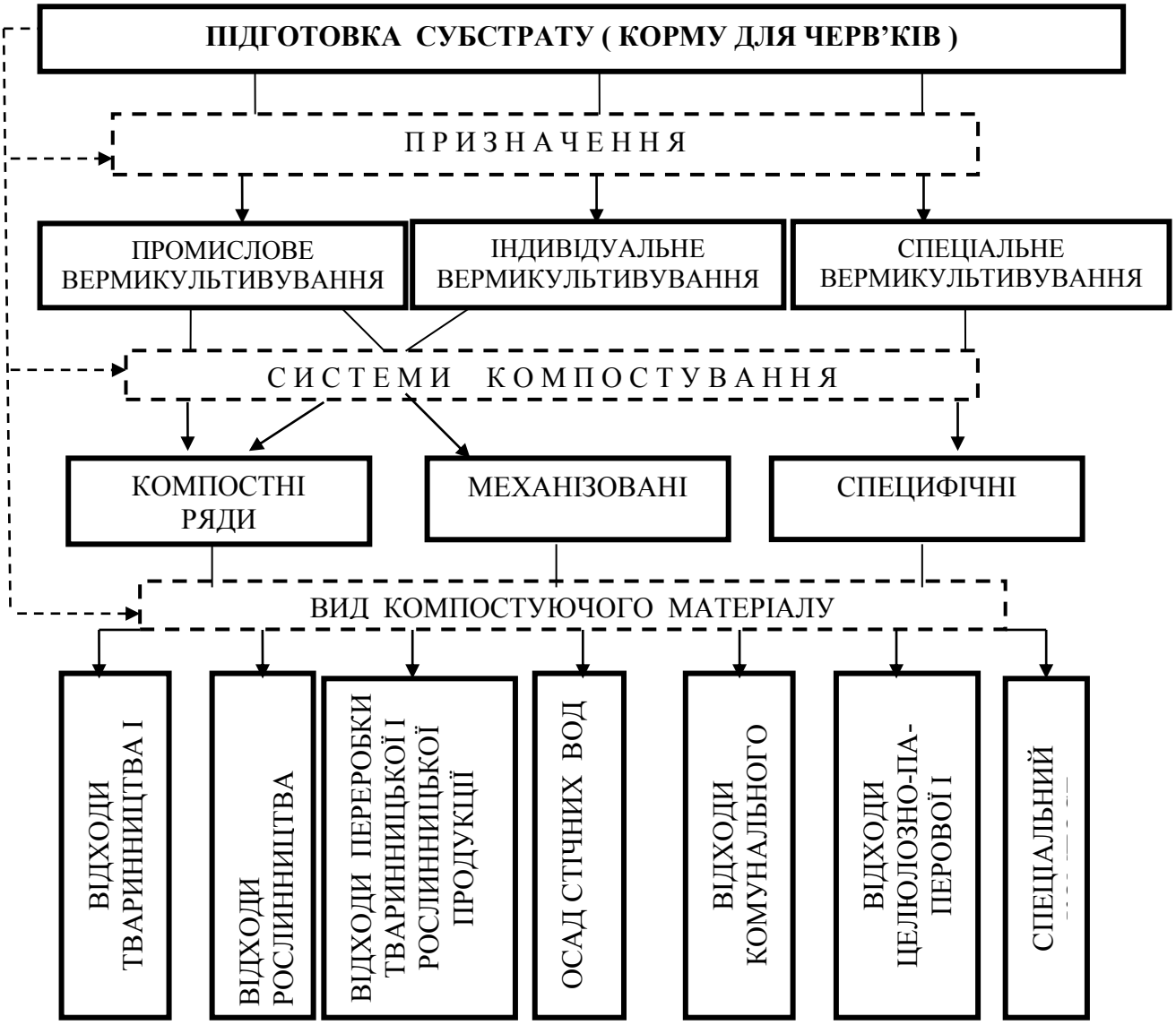
– підкормлювання черв'яків;

– відділення черв'яків від компосту;

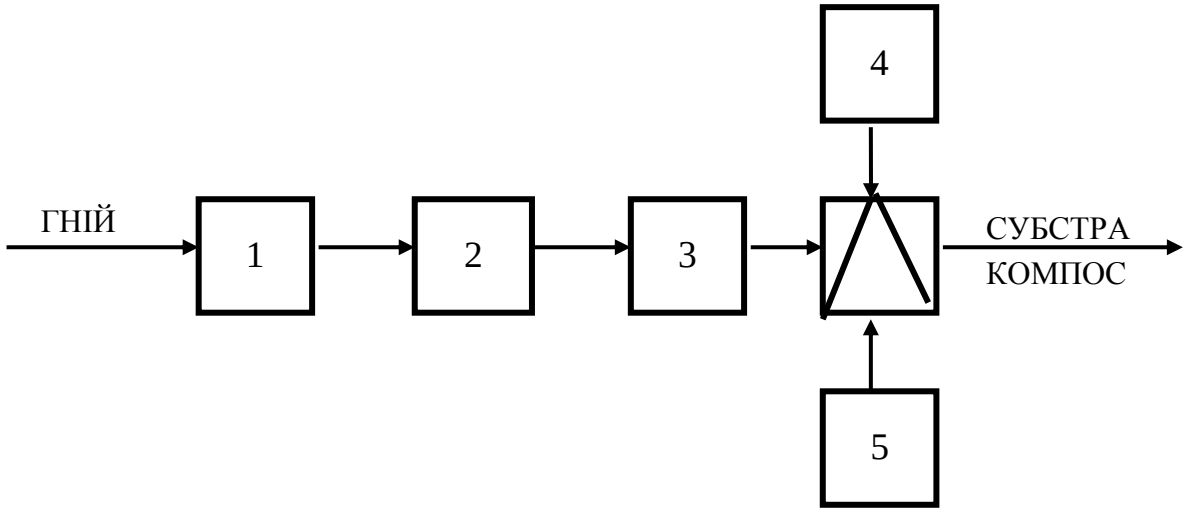
– вибирання біогумусу-сирцю.

Закладання субстрату в бурти (ложі) товщиною до 25 см і шириною 1,5-4 м виконується вручну, або мобільним технічним засобом з боковим вивантажувальним пристроєм. Довжина буртів залежить від параметрів майданчика.

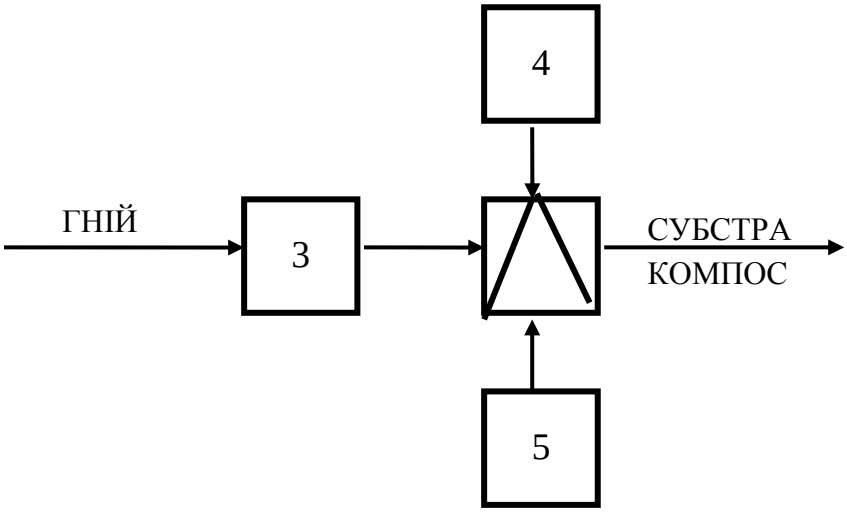
Для заселення буртів черв'яками необхідно переконатись у відповідності всіх параметрів базового субстрату, оптимальному рівню: фізичного і хімічного складу, закінченості стадії ферметації (C/N = 20), вологості, реакції середовища (pH = 6,8-7,2), температури. Необхідно перевірити придатність субстрату для черв'яків.



3.5. Класифікаційна схема технологічних процесів підготовки субстрату.

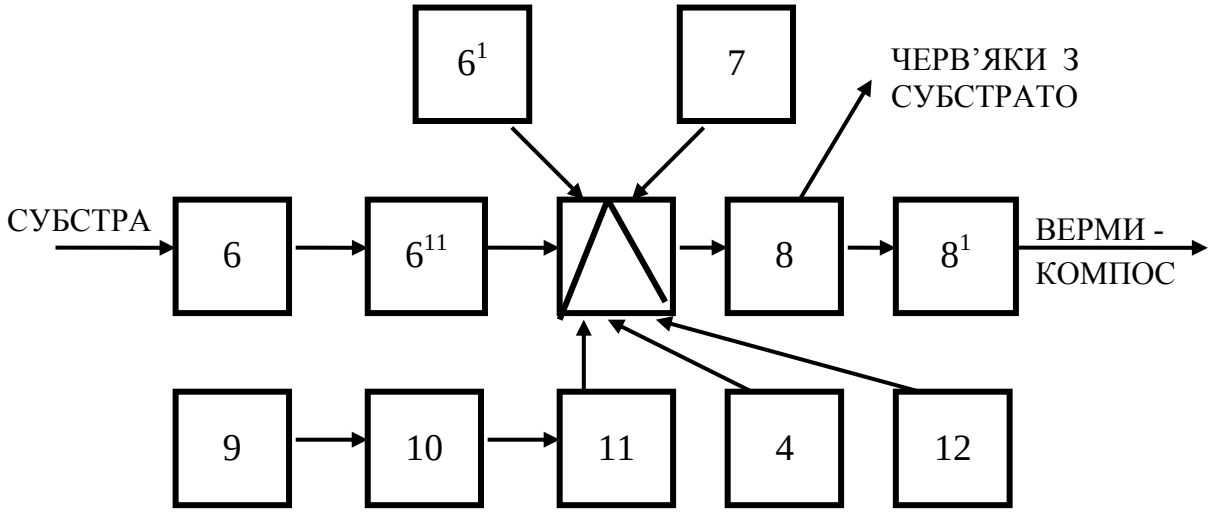


а)

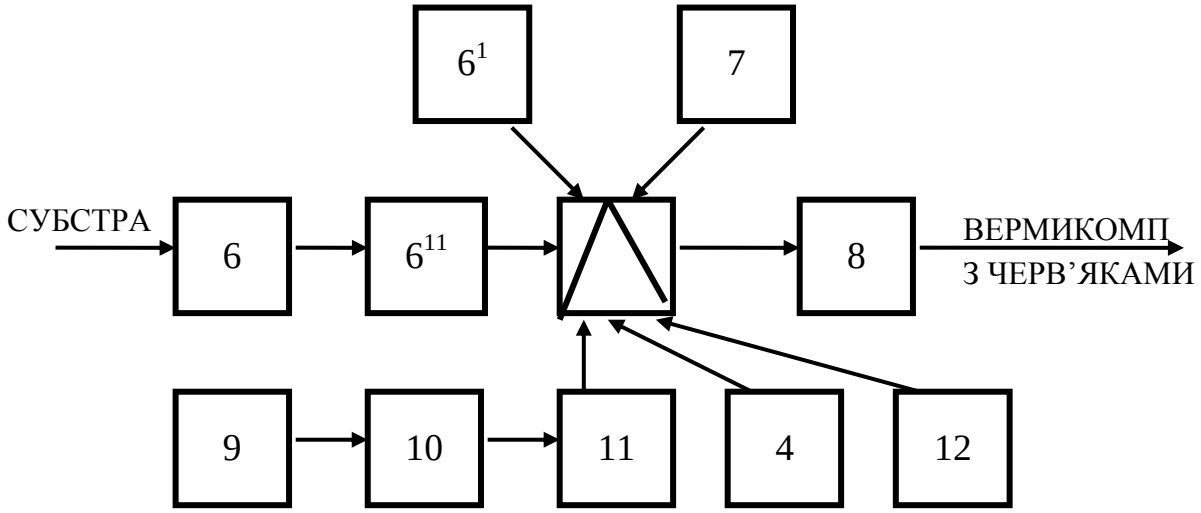


б)

Рис. 3.6. Технологічні схеми процесу підготовки субстату (компостування):
□ – механічний; ⧄ – біотехнологічний процес; 1 – навантажування гною; 2 – перевезення гною; 3 – навантажування, змішування і формування буртів; 4 – поливання буртів водою; 5 – аерування буртів.



а)



б)

Рис. 3.7. Технологічні схеми процесу вермикультивування:
□ – механічний; ⧋ – біотехнологічний; 6 – закладання буртів; 6^{11}– заселення черв'яками; 6^{1}– підкормка черв'яків; 7 – аерування; 8 – відділення черв'яків з субстратом; 8^{1} – виборка вермикомпосту; 9 – навантажування соломи; 10 – перевезення соломи; 11 – розкладання соломи; 12 – збирання соломи.

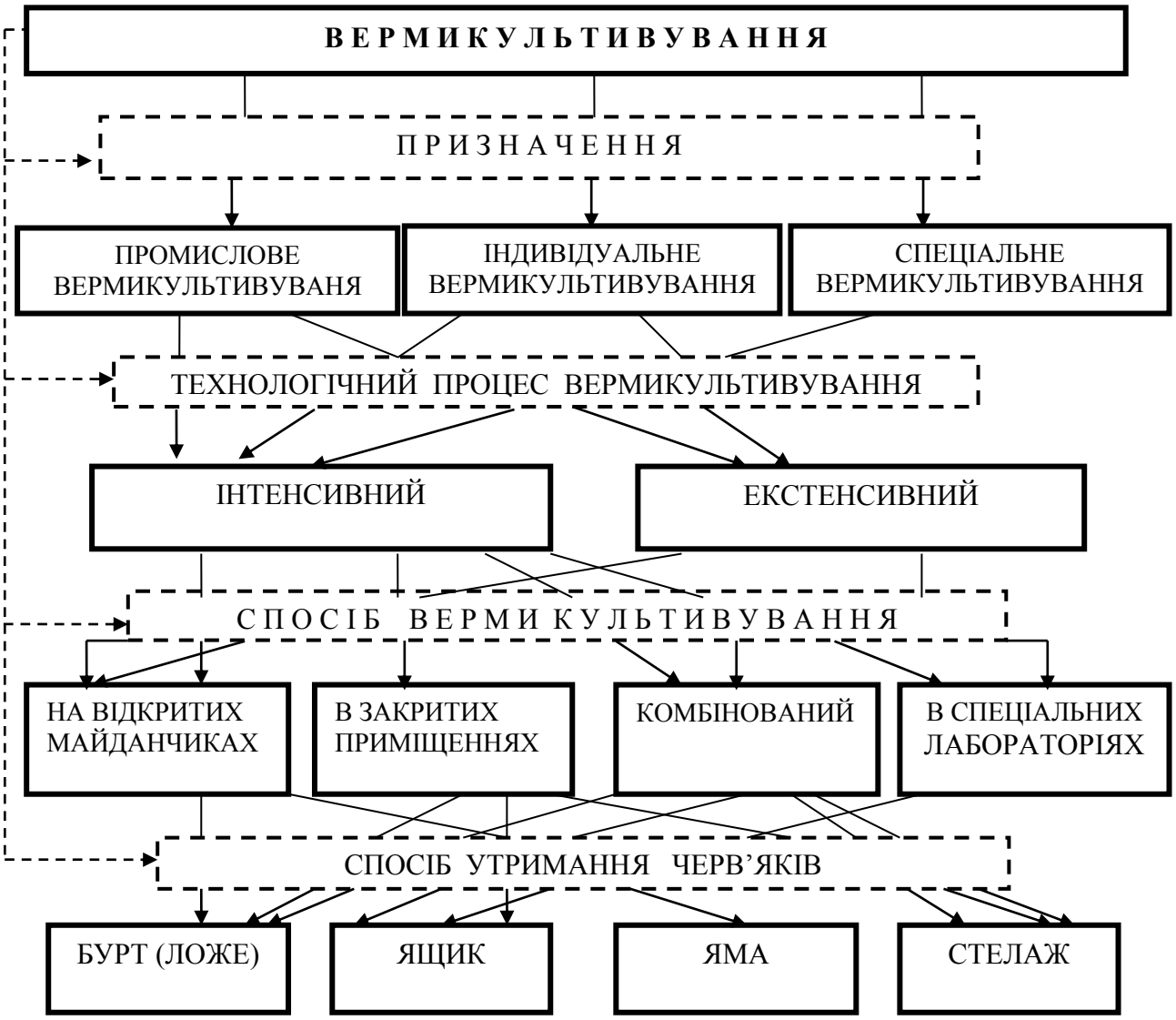


Рис. 3.8. Класифікаційна схема процесів вермикультивування.

Вологість компосту є одним із важливих екологічних факторів в життєдіяльності черв'яків. Недостатня вологість вермикомпосту приводить до їх загибелі. Тому, для підтримування вологості у вермикомпості близько 80 % використовують стаціонарні, або мобільні поливальні установки.

Аерація передбачає насичення вермикомпосту атмосферним повітрям і виведення з нього шкідливих газів, яка забезпечується створенням близько 15 вертикальних отворів в розрахунку на 1 $м^2$ бурта діаметром по 5 см.

Швидкість переробки корму залежить від багатьох обставин: умови утримання черв'яків, складу субстрату, кількості черв'яків. Тому необхідно приділяти увагу годівлі черв'яків. В основному, підкормку черв'яків свіжим субстратом проводять через конкретну кількість діб (7-9 діб), розстеляючи його по поверхні вермикомпосту товщиною до 10 см вручну, або за допомогою технічного засобу для закладання буртів.

У вермикультивуванні наступають періоди, коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимально допустиму норму (100000 шт/м^2) і виникає необхідність частину черв'яків вибирати із культури. Це передбачає неповне їх вибирання. При неповному вибиранні черв'яків внесення в культуру свіжого корму припиняють і через 10 діб вносять свіжий корм шаром товщиною 10 см. Після чого через 10 діб шар субстрату з черв'яками знімають, а на його місце наносять свіжий корм.

Повне вибирання черв'яків проводиться для отримання біоґумусу-сирцю. При повному вибиранні вище проведену процедуру повторяють 3-4 рази і відбирають до 90-95 % черв'яків, які в подальшому використовуються в виробничих цілях (заселення нових лож, їх реалізація, використання на корм сільськогосподарським тваринам і птиці).

Вибирання біоґумусу-сирцю проводять 2 рази на протязі року. Після чого він використовується як добриво, або поступає на подальшу переробку.

Слід відмітити, що в Україні 80-90 % всього біоґумусу виробляється вермикомпостуванням на відкритих майданчиках.

Вермикультивування в закритих приміщеннях проводиться протягом року в штучно створених оптимальних умовах розвитку вермикультури.

Комплексна технологія вермикомпостування використовується при переробці великої кількості відходів, більше 10000 т на рік. Суть такої технології полягає в тому, що в закритому приміщенні в холодний період року нарощується значна біомаса черв'яків, яка потім використовується для інтенсифікації переробки відходів на відкритому майданчику.

Впровадження технологій вермикомпостування в господарствах дає можливість на високому рівні підтримувати родючість ґрунтів, здійснювати рекультивування непридатних для сільськогосподарського виробництва ґрунтів, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків.

3.2. Агрозоотехнічні передумови переробки вермикомпосту

Необхідність технологічного процесу переробки вермикомпосту в товарний біогумус обумовлена такими факторами:

– біоґумус є товаром на світовому ринку;

– переробкою відділяється найбільш цінна гуміновмісна частина;

– ефективністю і зручністю для локального механізованого внесення в ґрунт, створення органо-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

Внесення нестандартного біогумусу-сирцю в ґрунт потребує відповідного підвищення його дози. Якщо при загальному внесенні в ґрунт оптимальна доза для біогумусу становить 3-3,5 т/га, а для біоґумусу-сирцю – 4-5 т/га, то при локальному його внесенні оптимальна доза складає лише 250-300 кг/га. Тому біоґумус-сирець, призначений для реалізації, піддають відповідній переробці. Після відділення черв'яків від вермикомпосту, підсушування його до вологості 40…50% і подрібнення біоґумус розділяють на три фракції в залежності від величини гранул: найдрібніша (гранули до 1 мм) , дрібна (гранули до 2 мм), крупна (гранули до 3 мм).

Якість біогумусу повинна відповідати таким вимогам: вологість – 30-40%, вміст органічної речовини – 20-30%; вміст водорозчинних солей – 0,5%, pH – 6,8-7,2; вміст загального азоту – 1%, загального фосфору (P_2O_5) – 1,5%, загального калію (K_2O) – 1%, магнію – 1%, кальцію – 4%. Біогумус також не повинен містити речовин, які біологічно не переробляються (полімерів, каміння, скла, металу та ін.).

Необхідно відмітити, що висока ефективність застосування біогумусу (табл. 3.1) визначається багатством флори бактерій (до 2000 млрд. колоній в 1 г біогумусу при 150-300 млн. колоній в 1г гною тварин), вмістом великої кількості необхідних рослині елементів живлення в засвоюваній формі, реакцією середовища (pH 6,8 - 7,2), близькою до нейтральної, що створює в ґрунті умови, які утруднюють розвиток хвороб. Крім цього, якість біогумусу обумовлена відсутністю патогенної мікрофлори.

Одним з основних факторів, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінне годування, обумовлене в основному протеїновим і амінокислотним складом раціонів. Тому біомаса черв'яків є одним з ефективних джерел забезпечення тварин і птиці високоякісними білковими кормами.

Дослідження, проведені Риженком М., показали, що краще використовувати біомасу черв'яків на корм птиці і рибі в живому вигляді, свиням – у вигляді пульпи, а коровам – у вигляді борошна. Для годівлі птиці найбільш раціональним способом одержання білкового корму є подрібнення дощових черв'яків і змішування біомаси з наповнювачем. Як наповнювач можна використовувати розсипний комбікорм дрібного помелу.

На основі проведених досліджень колективом науковців на чолі з Дубінською А. було розроблено рекомендації по використанню для годівлі птиці кормових добавок на основі вермикультури. Використання цих кормів на птахофабриці „Ставропільська" дозволило підвищити живу масу птиці на 40% порівняно з контролем і збільшити збереженість птиці на 10%, що пояснюється не тільки покращенням протеїнової частини раціону, але й збільшенням активності травних ферментів.

В роботі Риженка М. відмічається, що з 1 т субстрату можна одержати 100 кг біомаси черв'яків, 60-70% якої складає білкова речовина. Використання біомаси черв'яків для годівлі птиці дало змогу одержати приріст маси бройлерів на 32% і зменшити витрати кормів на 12%.

Таблиця 3.1 – Вплив біогумусу на врожайність сільськогосподарських культур при його поверхневому внесенні

№ п/п	Сільськогосподарські культури	Норма внесення біогумусу	Приріст врожайності
1	Озима пшениця	3...5 т/га	4.7...13.9 ц/га
2	Помідори	2..10 т/га	15.0...23.5%
3	Капуста	2...10 т/га	18,0...38,0 %
4	Столовий буряк	6 т/га	59,9%
5	Морква	3 т/га	43,3%
6	Перець	6 т/га	86,0%
7	Огірки	1...15 кг/ $м^2$	2 .4...47.7%
8	Льон: насіння солома волокно	3...5 т/га	2,0...2,3 ц/га 5,0...8,1 ц/га 2,2...2,5 ц/га
9	Кукурудза (зерно)	2...10 т/га	20,0...67,4 %
10	Соняшник	2...10 т/га	50.0...108.0%
11	Картопля	6 т/га	40,0...70,0%
12	Гречка	2 т/га	50,0%:
13	Кукурудза (зелена маса)	6 т/га	110,8 ц/га
14	Цукровий буряк	5...6 т/га	20,0%

Автори Холодова Ю. та ін. запропонували безвідходну технологію утилізації біомаси дощових черв'яків, як джерела біологічно активних речовин з одержанням трьох препаратів – протеїну, ліпідного та концентрату амінокислот і ліпідів. Протеїновий комплекс (вихід 56%) включає набір амінокислот, необхідних для збільшення приросту маси тварин шляхом підвищення засвоюваності і біологічної цінності кормів. Ліпідний комплекс (10% виходу) рекомендується як активна добавка в косметичні препарати і продукти побутової хімії (0,1-0,5%-ний розчин). Концентрат амінокислот і ліпідів (10% виходу) – це водорозчинні речовини, які використовуються для лікування патології очей. Концентрат прискорює епірілізацію тканин, ліквідовує запальний процес.

Традиційно біомаса черв’яків використовується в ряді країн як харчовий продукт. В Державному технологічному університеті (м. Перм, Російська Федерація) розроблена і реалізована технологія отримання екологічно чистого білка з біомаси дощових черв’яків, який призначений для використання в якості харчової добавки. Результати досліджень дозволяють також зробити висновок про можливість і доцільність використання спеціально переробленої біомаси черв’яків як добавки в дитячому лікувальному харчуванні.

Розроблено вимоги до біомаси дощових черв’яків як потенційного джерела білкововмісних елементів харчування, а саме:

– протеази біомаси вермикультури повинні мати біостимулюючі властивості, які покращують засвоюваність інших елементів харчування, активізують розвиток мускульної тканини, підвищують активність фізіологічних і біохімічних процесів;

– білкововмісна біомаса вермикультури повинна бути інертна за реактогенністю, алергенним, імунним, генетичним, мутагенним і загальнотоксичним геріатичним статусом;

– джерелом поживних субстратів для відтворення вермикультури з метою отримання екологічно чистого білка повинна бути екологічно чиста технологія на основі природних речовин (рослинних залишків, продуктів підготовки і переробки харчових продуктів і т.д.), здатних до швидкої трансформації.

В літературі існує достатньо велика кількість повідомлень про отримання з біомаси дощових черв’яків препаратів, в тому числі і лікувальних. Це роботи колективу авторів Івано-Франківської медичної академії під керівництвом Бабенка Г., товариств «Венол-мед» і «Біном», а також інших наукових закладів України, Росії, Угорщини, Чехії, Польщі.

Завдяки дослідженням, проведеним цими науковими закладами, одержані біологічно активні медичні препарати, які позитивно зарекомендували себе при лікуванні ракових пухлин, захворювань очей , шкіри та ін. Дослідження НВО „Біомед” показали, що біомаса дощових черв’яків може використовуватись як білкововмісний субстрат замість харчових продуктів (м’яса, печінки) з метою розробки бактеріологічних поживних середовищ для виготовлення медпрепаратів.

В Інституті біології НАНУ також проводились дослідження по використанню біомаси черв’яків для виробництва фармакологічних препаратів. Встановлено, що наявність ліпідів складає в середньому 2,5 – 5,1% від вологої біомаси черв’яків. Склад компонентів ліпідів в тканинах черв'яків дає підставу використовувати їх для виготовлення фармакологічних препаратів.

Відомий і багатовіковий досвід використання дощових черв’яків в народній медицині різних країн.

Виготовлення білкових кормових добавок, лікарських і фармакологічних препаратів з використанням дощових черв’яків в основному залежить від наявності високоякісної біомаси черв’яків. Тому відділення біомаси черв’яків від компосту - необхідна операція в технології вермикомпостування.

В процесі наукових досліджень встановлено, що при нормальному розвитку вермикультури ступінь вмісту черв’яків у вермикомпості не перевищує 10%. Відділення черв’яків методом переходу їх з вермикомпосту в субстрат дає можливість збільшити вміст черв’яків у субстраті до 20-30% від маси субстрату.

На даний час одержання високоякісної біомаси дощових черв’яків є трудомістким технологічним процесом. Тому вивчення механізованих процесів відділення черв’яків від вермикомпосту є актуальним.

3.3. Аналіз і класифікація технологічних рішень і обладнання для переробки вермикомпосту в товарний біогумус

В залежності від призначення вермикомпостування визначають технологічний регламент переробки вермикомпосту (рис. 3.9). Тому переробку вермикомпосту

класифікують за призначенням, технологічним процесом, методами пере-робки вермикомпосту і технічними засобами (рис. 3.10).

Попередня переробка вермикомпосту складається з технологічних операцій: подрібнення і відділення твердих включень і грудок.

Однією з основних і трудомістких операцій переробки вермикомпосту є відділення черв'яків від компосту. Аналізуючи існуючі способи відділення черв'яків від компосту, їх можна класифікувати таким чином: відділення вручну, механічне відділення, відділення під впливом зовнішніх чинників та комбіноване відділення.

Сушіння біогумусу-сирцю застосовується для зниження вологості продукту до 40-50% і виконується в умовах навколишнього середовища або в сушарках.

Подрібнення біогумусу-сирцю проводять з метою руйнування грудок. В західних країнах біогумус після сушіння і подрібнення розділяється за величиною гранул на три фракції: найдрібніша - гранули розміром 0,1-0,3 мм, дрібна – 0,3-0,7 мм і крупна – 0,7-1,0 мм. В Україні та в інших країнах сходу біогумус також розділяють на три фракції: найдрібніша – гранули розміром до 1 мм, дрібна – до 2 мм і крупна – до 3 мм.

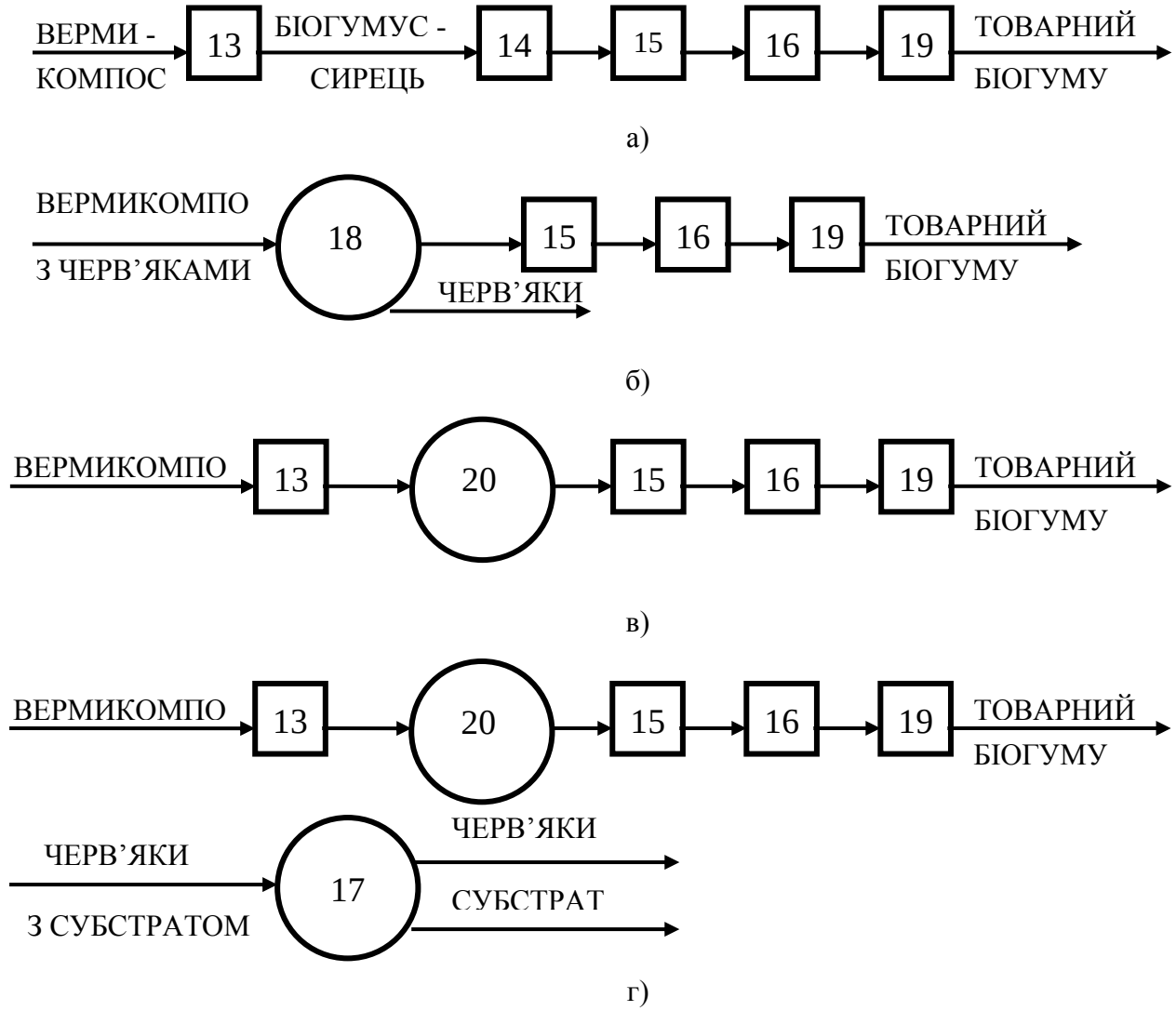


Рис. 3.9. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:
– механічний; – термодинамічний процес;
13 – попередня переробка; 14 – сушіння біогумусу; 15 – подрібнення біогумусу; 16 – фракціонування біогумусу; 17 – відділення черв'яків від субстрату; 18 – відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 – перевезення біогумусу в склад; 20 – сушіння біогумусу в природних умовах.

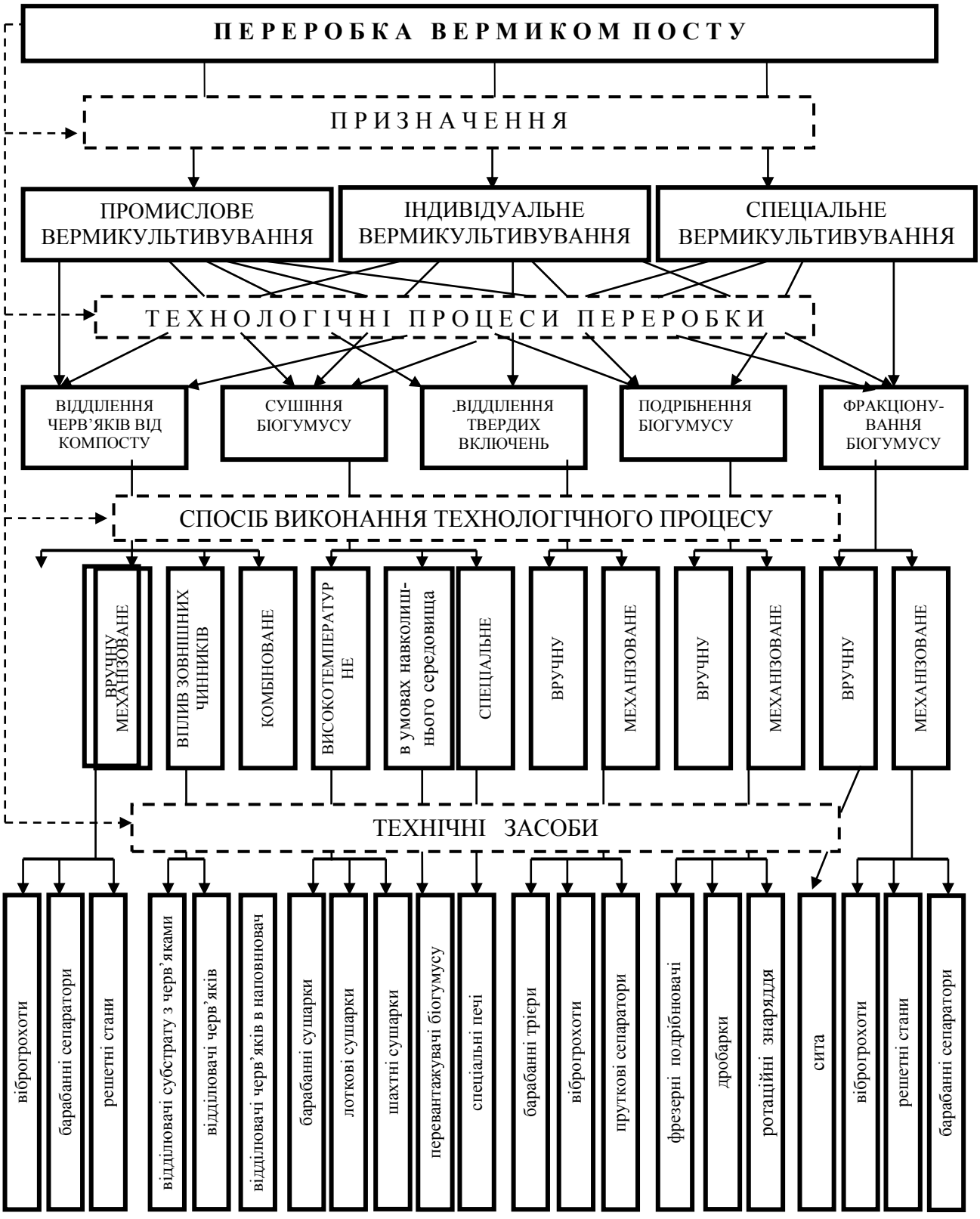


Рис.3.10. Класифікаційна схема переробки вермикомпосту.

На основі проведеного аналізу можна відмітити, що для механізованого виконання технологічних операцій переробки вермикомпосту використовуються спеціальні пристрої.

Попередню переробку вермикомпосту проводять, використовуючи пруткові сепаратори, віброгрохоти і барабанні трієри.

Для сушіння біогумусу використовують лоткові і барабанні сушарки та сушарки з активним вентилюванням. Подрібнюють біогумус в основному дробарками, іноді фрезерними подрібнювачами або ротаційними знаряддями. Для розділення біогумусу на фракції використовують решітні стани, барабанні сепаратори та віброгрохоти.

Для відділення черв'яків від вермикомпосту використовують вібраційні грохоти, воронкоподібні сита або спеціальні пристрої у вигляді циліндра з спеціальними щітками на внутрішній поверхні. При обертанні циліндра черв'яки вичісуються щітками з вермикомпосту. Відділяють черв'яки і на спеціальній машині, основним робочим органом якої є циліндричне колесо, яке обертається з великою швидкістю і встановлене з нахилом до поверхні майданчика. Вермикомпост із черв'яками засипають у верхню частину циліндра. При обертанні він проходить через отвори, а черв'яки залишаються всередині циліндра і сповзають в дерев'яний або пластмасовий контейнер. Недоліком цих методів відділення черв'яків є значне їх пошкодження і забруднення.

3.4. Аналітичні залежності для проектування технологічних процесів вермикомпостування



Рис.3.11. Вид вермигосподарства закритого типу.



Рис. 3.12. Вид вермигосподарства відкритого типу.

Вермигосподарства бувають закритого і відкритого типу рис. 3.11, 3.12.

Тривалість вермикультивування визначається з формули 3.1 за умови, що ступінь вмісту копролітів у вермикомпості повинен становити не менше 60%, один черв'як в середньому важить 1 г і в добу поїдає субстрату вагою рівною його вазі

$$\tau = 0{,}6\frac{1000}{X_1}, \qquad (3.1)$$

X_1 - питомий вміст черв'яків в субстраті, г/кг

Фактичну тривалість вермикультивування визначають за формулою:

$$\tau_e = \tau \cdot \iota_b, \qquad (3.2)$$

де τ_e - фактична тривалість вермикультивування, діб; ι_b - коефіцієнт гарантії технологічного процесу (ι_b=1-1,5).

Річна продуктивність вермиінкубатора визначається за формулою:

$$M_b = M_T \cdot \iota_b \qquad (3.3)$$

де M_b - річна продуктивність вермиінкубатора, т/рік; M_T - розрахункова маса субстрату, який перероблять черв'яки в біогумус, т/рік.

Тут:

$$M_T = M_0\tau(R + R^2 + ... + R^i) \quad (3.4)$$

де M_0 - маса дощових черв'яків на початку року, т; τ - період, за який визначено збільшення біомаси черв'яків у вермикомпості, діб; R - показник збільшення маси черв'яків за встановлений період, разів

$$i = \frac{365}{\tau}. \quad (3.5)$$

Важливо відмітити, що на різних видах субстрату розвиток черв'яків проходить неодинаково і фізико-хімічний склад біогумусу різний. За даними НДЦ „Біогумус", за 1,5 місяці в субстраті на основі курячого посліду, біомаса черв'яків збільшилась в 4 рази, на основі свинячого гною - в 3 рази, на основі гною ВРХ - в 2,8 рази, на основі осаду стічних вод - в 2,6 рази.

При заданій масі субстрату, яку необхідно переробити в біогумус за рік, визначають необхідну для придбання масу черв'яків:

$$M_0 = \frac{M_T}{\tau(R + R^2 + ... + R^i)}. \quad (3.6)$$

Максимальна місткість вермиінкубатора розраховується за формулою:

$$M_{b\max} = \frac{M_b \cdot \tau_e}{365} \quad (3.7)$$

де $M_{b\max}$- максимальна місткість вермиінкубатора, т.

Практичний досвід вермикультивування і наукові дослідження свідчать про те, що тривалість переробки субстрату в біогумус на відкритому майданчику залежить від кліматичних умов і якості виконання технологічного регламенту вермикультивування, який складає в основному 3 місяці. Де τ_e - приймається як 90 діб. Переробка проводиться в основному в два цикли, i =2.

Початкова маса черв'яків визначається за формулою 9. Річний вихід біогумусу-сирцю визначають за формулою:

$$M_T = M_0\tau_e(R_b + R_b^2), \quad (3.8)$$

де $$R_b = R\frac{\tau_e}{\tau} \quad (3.9)$$

На відкритому майданчику субстрат переробляють в ложах (буртах).

Бажано, щоб майданчик мав тверде покриття.

Необхідну кількість буртів визначають за формулою:

$$n_\delta = \frac{M_b^1}{l_\delta \cdot b_\delta \cdot h_\delta \cdot \rho}, \quad (3.10)$$

де $l_\delta, b_\delta, h_\delta$ - відповідно: ширина, довжина і висота бурта, мм; ρ - питома маса субстрату, т/м³.

Тут $$M_b^1 = M_0\tau_e \cdot R_b^2 \quad (3.11)$$

Параметри майданчика визначають за формулами:

- ширину:

$$b_m = n_\delta \cdot b_\delta + b_{np} \cdot n_{np}, \quad (3.13)$$

де b_m - ширина майданчика, м; $b_{пр}$ - ширина проходу між буртами, м; $n_{пр}$ - кількість проходів;

- довжину:

$$l_m = l_б + 2b_з, \tag{3.14}$$

де l_m - довжина майданчика, м; $b_з$ - ширина заїзду між буртами, м.

Площа майданчика визначається за формулою:

$$F_м = b_m \cdot l_m \tag{3.15}$$

де F_m - площа майданчика, м².

Комплектування технологій вермикомпостування технічними засобами пов'язано з обґрунтуванням варіантів найбільш ефективної їх експлуатації. Критерієм такої оцінки є мінімальна питома собівартість виконання технічними засобами технологічної операції.

Ефективність використання технічного засобу слід розглядати як динамічний процес в залежності від річного завантаження роботою при використанні формули (3.16), яка характеризує економічну суть визначення питомої собівартості виконання технічним засобом технічної операції.

$$y = \frac{a}{x} + в, \tag{3.16}$$

де *y* — питома собівартість виконання технологічної операції технічним засобом, грн/т, грн/м³, грн/т км і т.д.; a - витрати , які не залежать від річного завантаження роботою технічного засобу, грн.; $в$ - питомі витрати, грн/т, грн/ м³ і т.д.; *x* - величина річного завантаження технічного засобу (змінна величина), т, м³, і т.д.

Річне завантаження роботою технічного засобу визначається за формулою:

$$X_{опт} = \frac{RП \cdot \tau_З}{T} \tag{3.17}$$

де $X_{опт}$ - Річне завантаження роботою технічного засобу, т, м³ і т.д.; R - ресурс технічного засобу, год; *T* - строк служби технічного засобу, років; *П* - продуктивність технічного засобу, т/год, м³/год і т.д.; $\tau_З$ - коефіцієнт використання змінного робочого часу.

Необхідна кількість технічних засобів для виконання заданого обсягу робіт при виконанні технологічної операції визначається за формулою:

$$П_б = \frac{Q}{П \cdot t \cdot \tau \cdot \tau_З \cdot m}, \tag{3.18}$$

де $П_б$ - необхідна кількість технічних засобів, шт; *Q* - необхідний обсяг виконання робіт, т, м³ і т.д.; *t* - тривалість зміни, год; τ - коефіцієнт змінності; *m* - тривалість виконання робіт, год.

Тема 4. ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА РІДКОГО ГНОЮ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АНАЕРОБНОГО БРОДІННЯ РІДКОГО ГНОЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ДОБРИВ.

Мета: вміти проводити розрахунки з проектування виробництва безпідстилкового гною

Завдання для виконання практичної роботи

1. Визначити масу рідкого гною якого можна отримати від визначеної кількості тварин ферми в практичній роботі 1.

2. Визначити необхідний об'єм біореактора, для анаеробної переробки визначеної маси виходу рідкого гною згідно п. 1., та визначити добовий вихід біогазу біогазу.

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчити основні характеристики безпідстилкового гною.
2. Опрацювати методи аналітичних розрахунків виходу безпідстилкового гною з тваринницької ферми
3. Ознайомитися технічними і технологічними рішеннями анаеробної переробки рідкого гною.
4. Опрацювати методи аналітичних розрахунків біореактора для анаеробної переробки безпідстилкового гною тваринницької ферми.

Теоретичні відомості

4.1. Основні характеристики безпідстилкового гною

При утриманні сільськогосподарських тварин без підстилки (на решітчастих підлогах) або з мінімальним її використанням (прибирання гною скреперними установками, гвинтовими конвеєрами) утворюється безпідстилковий гній рідкої або напіврідкої консистенції.

Добові виходи гною подано в таблиці 1.9.

Маса безпідстилкового гною збільшується на 20...30 % і більша в порівнянні з масою екскрементів тварин, за рахунок води, яка попадає в канави при очищенні приміщень, підмиванні вимені, миття годівниць і підтікання напувалок. Вологість такого гною складає 91...92 %. Нормативи споживання води в розрахунку на 1 голову подано в таблицях 4.1, 4.3.

Подальше розведення водою екскрементів тварин небажано, так як породжує необхідність в збільшенні ємкостей для зберігання маси та транспортних засобів для його транспортування в поле і використання в якості добрив.

Рідкий гній розшаровується при вологості більше 92 %, а при вологості більше 96 % цей процес стає інтенсивним. Осадок, який випав добре ущільнюється, що приводить до необхідності інтенсивного перемішування перед обробкою.

Згідно з дослідженнями Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН наявність поживних речовин в безпідстилковому гною залежить від вологості (табл. 4.4).

Дослідженнями встановлено, що при механічних способах розділення гною на фракції фосфор і кальцій розподіляється майже порівну між твердою і рідкою фракціями, так як 80...90 % азоту, калію і натрію залишається в рідкій фракції.

Таблиця 4.1 – Добові норми споживання води на 1 голову для комплексів і ферм великої рогатої худоби, л.

Група тварин	Гаряча вода	Холодна вода	Всього
Корови:			
молочні	15	85	100
м'ясні	-	70	70
Бички та нетелі	5	55	60
Телята	2	18	20
Молодняк	2	28	30

Таблиця 4.2 – Середній вміст сухих і біогенних речовин в екскрементах свиней та великої рогатої худоби на голову за добу.

Групи тварин	Вихід кала, сечі кг	Сухої речовини, кг	Азоту загального (N), г	Кальцію (CaO), г	Фосфору (P_2O_5), г	Калію (K_2O), г
Характеристика кала свиней						
Кнури-плідники	3,2	0,8	26,0	23,8	25,2	14,3
Свиноматки:						
холості	2,6	0,7	18	18,2	13,8	8
поросні	2,8	0,8	20	19,6	16,4	8,55
з поросятами	3,4	0,9	24	26,6	22,9	10
Поросята в віці,дні:						
26...42	0,1	0,03	2	2,1	1,84	0,46
43...60	0,3	0,08	3	3,4	3,4	0,67
61...106	0,7	0,20	6	9,8	8,0	2,38
Свині на відгодівлі масою,кг:						
до 70	1,8	0,45	16	14	18,3	8,2
70...112	2,6	0,65	20	17,5	22,9	8,7
Характеристика сечі свиней						
Кнури-плідники	0,6	0,18	34	0,84	2,3	19,2
Свиноматки:						
холості	6,0	0,24	27	0,56	2,10	20,4
поросні	8,0	0,20	28	0,42	2,75	19,8
з поросятами	9,0	0,25	31	0,28	2,52	11,7
Поросята в віці,дні:						
26...42	0,3	0,015	2	0,042	0,21	1,14
43...60	0,4	0,02	4	0,042	0,37	2,16
61...106	1,1	0,05	8	0,070	0,41	5,50
Свині на відгодівлі масою,кг:						
до 70	2,7	0,086	20	0,28	1,74	5,5
70...112	3,6	0,116	28	0,34	3,20	6,4
Характеристика кала великої рогатої худоби						
Корови	20	1,16	82,0	2,1	2,3	228,0
Нетелі	20	3,3	77,7	71,8	69,3	30,7

Молодняк на відгодівлі в віці 18 міс.	18	3,76	60,0	44,8	:№.№	25,7
Телята в віці,міс:						
3	1	0,21	4,0	2,0	4,7	1,5
6	10	1,66	37,3	30,1	42,0	11,9
12	15	2,54	56,1	69,2	52,2	19,7
Характеристика сечі великої рогатої худоби						
Корови	20	1,16	82,0	2,1	2,3	228,0
Нетелі	13	0,73	54,9	1,0	0,92	136,8
Молодняк на відгодівлі в віці 18 міс.	9	0,54	48,0	0,7	0,69	92,4
Телята в віці,міс:						
3	3,5	0,17	19,5	0,16	0,12	38,0
6	5	0,18	25,0	0,28	0,23	48,0
12	7	0,24	33,5	0,42	0,46	67,2

Таблиця 4.3 – Добові норми споживання води на 1 голову для свиноферм, л.

Група тварин	Напування	Технологічні потреби	Всього
Кнури-плідники	10	15	25
Матки:			
поросні	12	13	25
холості			
підсосні	20	40	60
Поросята відлучені	2	3	5
Ремонтний молодняк	6	9	15
Свині на відгодівлі	6	9	15

Таблиця 4.4 – Наявність основних поживних речовин в безпідстилковому гною в залежності від його вологості.

Вологість, %	Наявність поживних речовин в гною, %					
	великої рогатої худоби			свиней		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
90,0...91,5	0,45	0,25	0,32	0,63	0,32	0,33
92,1...92,5	0,40	0,20	0,25	0,52	0,25	0,26
94,3...95,0	0,30	0,16	0,19	0,38	0,18	0,19
96,7...97,1	0,23	0,14	0,13	0,27	0,14	0,13
98,3...98,8	0,15	0,08	0,08	0,18	0,09	0,10
98,7...99,0	0,12	0,06	0,07	0,16	0,07	0,08

4.2. Аналітичні залежності для розрахунку виходу безпідстилкового гною з тваринницької ферми.

До складу гною входять екскременти тварин (кал, сеча), підстилка, залишки корму, сторонні включення, технологічна вода.

Добовий вихід гною (кг) визначають за формулою:

$$M_г = M_е + M_{т.в} + M_{в.г.}, \qquad (4.1)$$

де M_e – маса екскрементів (кал і сеча), кг/добу; $M_{т.в.}$ – витрати води на технологічні потреби (миття обладнання, приміщень, тварин і т.д.) кг/добу; $M_{в.г.}$ – витрати води на видалення гною, кг/добу; M_n – витрати підстилки, залишки кормів, кг/добу .

Масу екскрементів від різних за віком груп тварин і птиці розраховують за формулою:

$$M_e = м_1 a_1 + м_2 a_2 + ... + м_n a_n, \quad (4.2)$$

де $м_1$, $м_2$... $м_n$ – вихід екскрементів за добу від однієї голови відповідної групи тварин, кг/добу; a_1, a_2, ... a_n – число тварин за віковими групами, голів;

Складову $M_{т.в.}$ визначають за формулою:

$$M_{т.в.} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + ... + a_n b_n, \quad (4.3)$$

де b_1, b_2, ... b_n – добові норми споживання води на 1 голову, кг/добу;

Витрати води на видалення гною $M_{в.г.}$ визначають по фактичному використанню. У разі використання гідрозмивних систем для орієнтовних розрахунків на голову можна застосовувати 15 л на 1 кг/добу.

4.3. Суть процесу анаеробного зброджування органічної маси і біотехнічні вимоги до систем її переробки

Концентрація тваринництва, як відомо, пов'язана з проблемою утилізації відходів ферм. У аспекті очікуваного виснаження природних ресурсів (нафти, газу і ін.) рішення цієї проблеми набуває особливого значення, оскільки продукти фотосинтезу і тваринного світу в майбутньому стануть майже єдиною сировиною для хімічного синтезу і біотехнології. Сучасна біотехнологія передбачає будь-які перетворення субстрату в продукт і навпаки. Доцільність здійснення таких процесів визначають в основному економічні чинники, в меншій мірі – технічні.

Не зменшуючи значення інших альтернатив використання тваринницьких (сільськогосподарських) відходів, ми зупинимося на анаеробному метановому зброджуванні гною.

Рідкий гній, як сировина, одержаний з ферм і комплексів, складається в основному з органічних речовин. Осад містить цінні речовини – азот, фосфор, калій. Він легко розкладається мікробами, сприяючи розвитку численних і різноманітних їх видів (у тому числі і патогенних), а також яєць гельмінтів і ін.

Органічна речовина складає 60...80% загальної кількості сухої речовини рідкого гною. Основними його компонентами є вуглеводи, жироподібні і білкові речовини дуже складного складу.

Органічна речовина без доступу повітря і під впливом певних бактерій гниє, проходячи численні етапи біохімічного і біологічного процесу, в результаті якого виробляється багатий метаном газ, що є результатом обміну речовин бактерій.

Сам по собі процес не виділяє теплової енергії. Проходження процесу залежить, зокрема, від типу органічної речовини і ступеня його ферментації, реакції, температури, тривалості процесу руху субстрату.

Розпад органічної речовини в анаеробних умовах відбувається в дві фази. У першій фазі зброджування, яка називається кислою або водневою, з вуглеводів жирів і білків утворюються основні продукти розпаду – жирні кислоти, водень, вуглекислий газ, спирти, амінокислоти, аміак, сірководень і ін. Бактерії, що здійснюють першу фазу зброджування гною, є факультативними анаеробними типу дріжджів, маслянокислих, пропіонових, бутилових і ін.

У другій фазі лужної, або метанової відбувається руйнування кислот, що виділяються в першій фазі, з утворенням вуглекислоти, метану і в невеликих кількостях водню і окислу вуглецю.

Бродіння здійснюється власне метановими бактеріями. На відміну від бактерій першої фази метанові бактерії – анаероби не утворюючі спорів. У основі їх життєдіяльності лежить здатність відновлювати вуглекислоту подальшої реакції:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow CH_4 + 4O \quad \text{(енергія)}.$$

До найбільш важливих реакцій розпаду, особливо які обумовлюють нормальне протікання процесу зброджування, відносяться:

– реакція утворення гідрату окислу амонію з аміаку і води $NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$, яка після нейтралізації кислих продуктів першої фази обумовлює характерне для метанового зброджування слабо лужне середовище (pH – 7,2...7,6).

– реакція утворення вуглекислого ($NH4CO_3$) і двовуглекислого [$(NH4)_2CO_3$)] амонію з аміаку і вуглекислоти створює такі важливі чинники бродіння, як лужність середовища, а також вміст рідини мулу і амонійного азоту.

– утворення газоподібних продуктів – метан CH_4 і вуглекислоти CO_2.

Газ, що виділяється, складається в основному з 65...70 % CH_4 і 30…35% CO_2. Теплотворна здатність газу близько 4500…5000 ккал/м^3, або 22 …24 МДж/м^3.

Процес зброджування протікає поволі, швидкість його залежить від температури. Так, при температурі гною 25… 27 ^oC процес триває 25...30 діб, при температурі 10 ^oC тривалість його збільшується до 4 місяців і більше.

При цьому значно енергійно йде виділення газу метану, який уловлюється і може бути використаний як пальне. Залежно від температури, при якій відбувається зброджування, розрізняють два типи процесу – так званий мезофільний, який відбувається при температурі 30... 35 ^oC і термофільний – при температурі 50...55 ^oC. Термофільне зброджування відрізняється більшою інтенсивністю і закінчується приблизно в 2 рази швидше ніж мезофільне. Важливим чинником, що зумовлює весь хід розпаду органічної речовини, є відношення об'єму гною, що знов поступає, до об'єму зрілого і бродячого, такого, що знаходиться в новій камері – або так звана доза завантаження. За звичайно показується добова доза завантаження у відсотках, величина якої обернено пропорційна терміну зброджування. Так, при терміні зброджування 120 днів добова доза завантаження дорівнює 100 : 120 – 0,8%, при 25 днях – 4% і при 10 днях – 10 %.

Хороше перемішування гною, що поступає із зрілим, прискорює процес розпаду органічних речовин і сприяє його повноті.

Встановлено, що в гнойових стоках після дефекації відбувається інтенсивний мікробіологічний процес, змінюються склад і властивості гнойових стоків, а їх свіжість впливає на продукцію біогазу.

Органічні відходи, придатні для метанового бродіння, вельми різноманітні. Дані різних досліджень про виділення біогазу, при розкладанні трьох основних груп органічної речовини: жирів, вуглеводів і білків приведені з таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Вихід біогазу і вміст в ньому CH_4 при метановому зброджуванні жирів, вуглеводнів і білків.

Компонент	Метан, %	Вихід біогазу м^3/кг розпаду	Ступінь розпаду речовини
Вуглеводи	50,0-60,0	0,790-0,885	64,0-65,0
Жири	62,0-72,0	1,12-1,43	69,0-70,0
Білки	72,0-84,0	1,44-0,58	47,0-48,0

Питомий вихід біогазу (г/л) можна визначати за формулою:

$$П_б = 0{,}92ж + 0{,}62в + 0{,}34б; \qquad (4.4)$$

де *ж*, *в*, *б* – вміст жирів, вуглеводів і білків на 1 частину сухої органічної речовини (СОР).

Коефіцієнти у формулі означають питомий вихід газу (л/г) завантажуваних в біореактор жирів, білків, вуглеводів. Від пропорцій вуглеводів, жирів і білків у відходах

залежить вихід біогазу в конкретному випадку. Вуглеводи за звичай знаходяться у формі полісахаридів і повинні розпадатися на дисахариди і моносахариди. Для цього потрібна триваліша ферментація. Помітно знижує газовиділення присутність лігніну. Оскільки він в процесі метанового бродіння практично не розкладається. Співвідношення кількості газу, який може бути виділений з органічної речовини рідкого гною дійних корів (Д), відгодівельних бичків (Б), свиней (С) і курей (К) в процесі бродіння при температурі 33 ^{o}С, приблизно можна прийняти рівними Д:Б:С:К = 5:7:8: 10.

При метановому бродінні одним з найважливіших чинників є співвідношення *C*/*N* в асимільованій частині субстрату.

Якщо співвідношення *C*/*N* в гною надмірно велике, то нестача азоту служитиме чинником, що обмежує процес метанового бродіння. Якщо вказане співвідношення надмірно мале, то утворюється така велика кількість аміаку, що він стає токсичним для бактерій.

Органічні відходи, тобто початкова сировина для метанового зброджування має різні співвідношення *C*/*N* і відрізняться великою різноманітністю, нерідко воно буває не оптимальними для процесу (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Співвідношення *C*/*N* в сільськогосподарських відходах, що поступають на переробку.

Відходи	C/N	Відходи	C/N
Свинячий гній	4-15	Кінський гній	25
Гній ВРХ	9-18	Силосний сік	10
Гній дійних корів	18-19	Пташиний послід	7-15
Суміш відходів бойні	2	Сеча	0,8
Кров	3	Рисові стебла	83,5
Солома	4,8-15,0	Сира стружка	20,8
Відходи льону	56		

Для досягнення більш оптимального співвідношення *C*/*N* змішують різні відходи і одержують вищу продукцію біогазу (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Вихід біогазу при бродінні різних відходів.

Відходи	Вихід біогазу, м^3/кг СОР	Вміст метану. %	Збільшення продукції, %
Гній ВРХ	0,380	52	-
Свинячий гній	0,569	77,5	-
Кінський гній	0,250	60	
Пташиний послід	0,617	79,2	-
Силосні відходи	0,250	84,0	-
Солома	0,342	58,0	-
Бур’ян	0,277	64,0	-
Гній ВРХ + свинячий гній (1:1)	0,510	60	7,0
Гній ВРХ + бур’ян (1:1)	0,363	55	5,0
Гній ВРХ + пташиний послід (1:1)	0,528	55	6,0
Свинячий гній + курячий послід + гній ВРХ	0,585	62	11

У відходах сільськогосподарського виробництва є різні тверді частинки. Тверді частинки (речовини), щільність яких істотно вище за щільність рідини, як наприклад, пісок, цемент, глина і ін. обумовлюють утворення осаду, інші матеріали утворюють на поверхні кірку - це призводить до зменшення газоутворення. Тому тверді матеріали, особливо рослинного походження, повинні бути заздалегідь підготовлені за допомогою ріжучих,

розриваючих, плющащих або відокремлюючих пристроїв. Частинки твердого матеріалу повинні бути по можливості меншого розміру. Частка зважених частинок в рідині значною мірою залежить від технічних засобів, якими користуються для транспортування і перемішування субстрату.

Існують технології, що передбачають зброджування органічних речовин також в твердій фазі, якщо є достатньо вологе середовище. Проте вони до теперішнього часу не набули широкого поширення, оскільки в твердій фазі важко забезпечити перерозподіл і перемішування мікроорганізмів у субстраті.

Висока вологість (більше 97%) призводить до низької концентрації органічної речовини і меншого газовиділення. Виняткове значення має вологість завантажувальної в реактор сировини, з погляду економічності його експлуатації. Чим нижча вологість сировини, тим менше завантаження за об'ємом і витрата енергії на підігрів сировини, а також покриття тепловтрат біореактора в навколишнє середовище. Проте слід зазначити, що з пониженням вологості сировини збільшується вміст органічної речовини в одиниці об'єму завантаження. При високих добових дозах завантаження за об'ємом це може призвести до порушення проходження процесу метанового бродіння.

Більшість дослідників вважають, що для тваринницьких відходів процес метанового бродіння оптимально протікає при вологості субстрату від 90 до 97%.

В природі метан утворюється при широкому діапазоні температур від 0 до 97 ^{o}C. Відомості, щодо оптимального режиму температури, необхідного для метанового бродіння різні. Оптимальна температура, при якій життєдіяльність бактерій протікає активніше, для мезофільного процесу складає 32-33 ^{o}C, для термофільного 52-54 ^{o}C.

Одна з головних переваг проведення процесу метанового зброджування при високих температурах інтенсивність, що забезпечує порівняно невелику експозицію зброджування. Розпад органічної речовини в біореакторах, що добре перемішуються, при 53 – 55 ^{o}C протягом 5 діб перевищив 30%, тобто був значно глибший в порівнянні з розпадом до 20% в процесі бродіння в біореакторах одноразового завантаження, водночас краще було і газовиділення.

В процесі анаеробного бродіння можна виділити кислу і лужну (метанову) фази. Протягом кислої фази значення pH знижується внаслідок утворення летких кислот. Це зниження компенсується розчепленням летких кислот метаноутворювальними бактеріями і відповідним продукуванням бікарбонатів. В процесі анаеробного розпаду значення pH, що забезпечує необхідну карбонатно-бікарбонатну рівновагу системи становить 6-8.

Оскільки вміст CO_2 в рідині залежить від вмісту CO_2 в газовій фазі і при певній тривалості розпаду склад газу відносно постійний, pH системи є функцією концентрації бікарбонатів.

Для контролю процесу важливо визначити бікарбонатну лужність (БЛ), яка в свою чергу, обумовлює pH середовище. Співвідношення між загальною (ЗЛ) і бікарбонатною (БЛ) лужністями визначається рівнянням:

$$БЛ = ЗЛ – 0,71\ ЛЖК, \qquad (4.6)$$

де БЛ – бікарбонатна лужність, мг/л $CaCO_2$; ЗЛ – загальна лужність, мг/л $CaCO_3$, визначена титруванням до pH 4; ЛЖК – вміст летких жирних кислот, мг/л оцтової кислоти, 0,71 – добуток двох коефіцієнтів 0,83x0,85; 0,83 – коефіцієнт переводу вмісту летких кислот, вираженого в еквівалентах оцтової кислоти, в еквіваленти лужності $CaCO_3$, а коефіцієнт 0,85, що при CH_4 близько 85% ацетату перетворюється на кислу форму.

Встановлено оптимальне значення pH для метаноутворюваних бактерій знаходиться в межах 6,4 - 7,5 і що дані бактерії дуже чутливі до зміни даного показника.

Оптимальним значенням лужності вважають 1500 - 5000 міліграм $CaCO_3$/л [71].

Тривалість зброджування в більшій мірі залежить від дози завантаження і температури процесу. При визначенні тривалості зброджування користуються терміном час обороту біореактора (ЧОБ). ЧОБ – час, протягом якого в біореактор завантажують свіжу сировину і вивантажують з нього переброжену біомасу. В ідеальному випадку за цей час

завантажена сировина повністю замінює переброжену. У розрахунках часто користуються наступною формулою:

$$ЧОБ = \frac{O_c}{O_{з.с.}}, \quad (4.6)$$

де O_o– об'єм сировини в біореакторі, м^3 ; $O_{з.с.}$– об'єм завантажуваної сировини за добу, м^3.

Проте, як відомо в процесі метанового бродіння виділяється біогаз і отже, об'єм сировини в біореакторі, що завантажується більший, ніж вивантажується.

При виборі оптимального ЧОБ з метою оптимізації процесу вкрай важливо, що добовий спад мікроорганізмів при вивантаженні з біореактора переробленої сировини не перевищує добового приросту мікрофлори.

Оптимальна тривалість зброджування (ЧОБ) залежить також від складу завантажуваної органічної речовини, ступеня її розкладання і концентрації сухої органічної речовини (СОР) в біореакторі, а також економічних міркувань: триваліший ЧОБ вимагає великих місткостей і, отже, великих витрат. Сировина, в якій органічна речовина знаходиться у важчих для розкладання мікроорганізмами формах, вимагає тривалішого ЧОБ. Залежно від сировини тривалість зброджування лімітує або гідроліз або метаноутворення.

Для зброджування відходів сільськогосподарської продукції, які передбачено використовувати як добриво, не доцільно тривалий ЧОБ, оскільки максимальний ступінь розкладання органічної речовини не обов'язковий і можна вибрати коротший ЧОБ, ніж при метановому зброджуванні для досягнення максимального ступеня органічного розкладання.

На практиці ЧОБ вибирають залежно від температури, ступені розкладання і складу сировини в наступних інтервалах: при 10-25 ^oC до 30 діб, при 25-40 ^oC - від 10 до 20 діб, при 45-60 ^oC - від 8 до 4 діб.

На процес метанового бродіння органічної речовини впливає застосування або відсутність перемішування. Застосування процесу перемішування в біореакторі дозволяє:

– підтримати однорідність розподілу завантажуваної сировини і постійний контакт його з мікроорганізмами, що дає можливість максимально утилізувати свіжі поживні речовини;

– зберігати на низькому рівні концентрацію продуктів розпаду, оскільки вони рівномірно розподіляються за всім обсягом;

– забезпечувати однорідність середовища як по температурі, так і по концентрації поживних елементів, що створює якнайкращі умови життєдіяльності бактерій;

– зменшувати концентрацію речовин, що інгібірують, в якійсь окремій зоні біореактора, що обмежує їх вплив на процес метанового бродіння;

– запобігти утворенню кірки або розбиванню її на поверхні, а також утворення нерухомого густого осаду на дні;

– зменшувати кількість ділянок в біореакторі, в яких можуть міститися нерухомі речовини, які не розклалися і відпрацьована рідина.

Таким чином роль перемішування полягає в забезпеченні гомогенності вмісту субстрату в біореакторі і десорбції біогазу.

На процес метанового зброджування впливає ряд речовин, причому деякі з них можуть мати інгібіруючу дію. Будь-яка речовина може токсично впливати на мікроорганізми, якщо вона знаходиться в розчиненому стані. Якщо речовина знаходиться в розчині, вона не може проходити крізь стінки клітки і, отже, не може впливати на мікроорганізми. Є багато органічних речовин, які в розчиненому стані можуть проявляти або стимулюючу дію, або токсичну.

Дані про кількість газу, яка може бути виділена з різних відходів, залишків і сумішей за оптимальних умов переробки, вельми суперечні. Це залежить від умов проходження процесу, особливо від кількості часу, протягом якого субстрат знаходиться в біореакторі, і бактерійного складу (табл. 4.7). Дослідження і розрахунки показують, що в багатьох країнах

світу досить сировини для організації промислового виробництва біогазу з органічних відходів сільськогосподарського виробництва. Для цього найбільш придатні гнойові стоки тваринницьких ферм і комплексів.

Біогазові установки призначені для анаеробної переробки рідкого (90-95 %) гною та інших відходів тваринного і рослинного походження на фермах і фермерських господарствах з метою отримання біогазу і високоякісних органічних добрив (рис. 4.1).

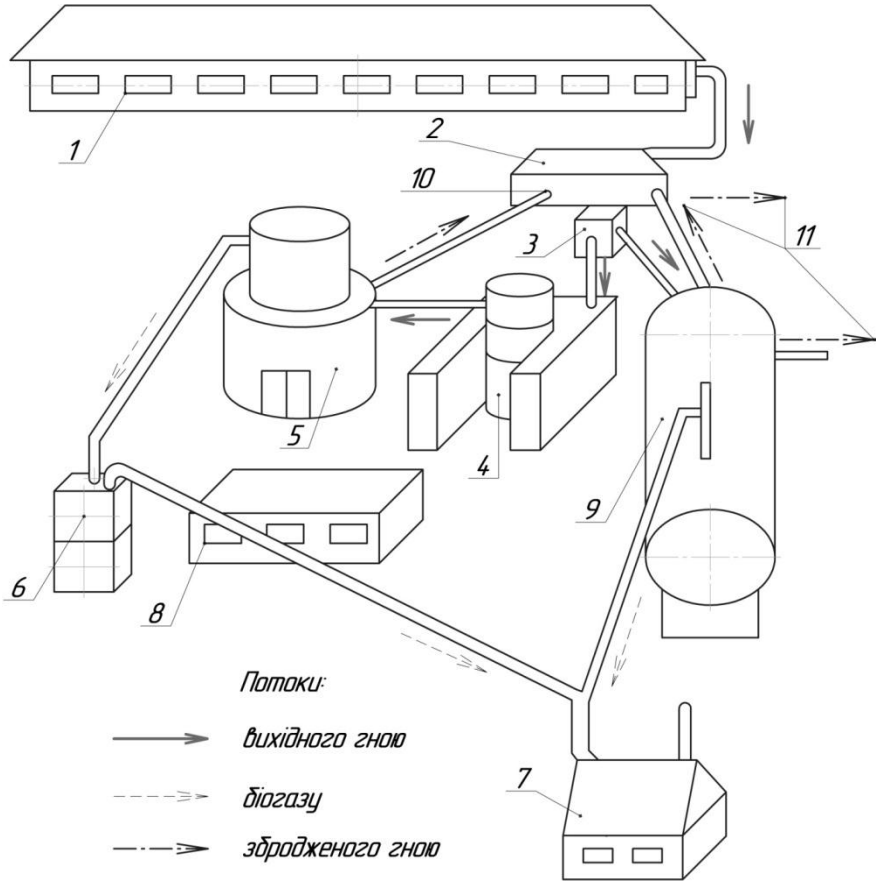


Рис.4.1. Схема технологічного процесу одержання біогазу:
1 – тваринницька ферма; 2 – приймальна ємкість вихідного гною; 3 – насос; 4 – ємкість попереднього підігріву вихідного гною; 5, 9 – метантенки (біореактори); 6 – газгольдер; 7 – котельня; 8 – пульт керування і контролю; 10 – приймальник зброджeного гною; вивезення зброджeного гною мобільним транспортом.

Технологічний процес одержання біогазу і порядок використання біореакторів

Принципова схема технологічного процесу для малих ферм і фермерських господарств наведена на рис. 4.2.

Рідкий гній і відходи зливаються з будівлі ферми і самосплавом через решітку *2* в приймальну ємність *3*, звідки один раз на добу подаються за допомогою насоса *4* через засувку *5* в завантажувальну горловину *6* і потрапляють в біореактор *7*.

У біореакторі за допомогою теплообмінника, де як теплоносій використовується гаряча вода, підтримується температура технологічного процесу анаеробного бродіння 35-55 °С. Легкі частинки (солома, тирса тощо), піднімаючись уверх, нагромаджуються під сіткою імобілізатора, який розміщено всередині зброджуваної маси. Ці частки, як і сіті імобілізатора, слугують для фіксації метанотворних бактерій.

Обертання імобілізатора підвищує контакт цих бактерій із свіжою органічною масою, що позитивно впливав на продуктивність установки.

Імобілізатори наведеної конструкції зменшують кіркоутворення, яке негативно впливає на роботу біореактора.

Верхній шар зброджуваної маси перемішується мішалкою *9*.

Зброджувана маса через гідрозатвор виливається в гноєсховище закритого типу *10*.

Використання поряд з реакторами закритих гноєсховищ рекомендованих об'ємів дає можливість ефективного внесення високоякісного рідкого органічного добрива на поля господарства.

Промивання біореактора і видалення осаду проводиться за допомого мобільних засобів через завантажувальний пристрій при закритій засувці 5.

Для запобігання втрат тепла для теплоізоляції рекомендується використовувати солому, тирсу, та інші теплоізоляційні матеріали.

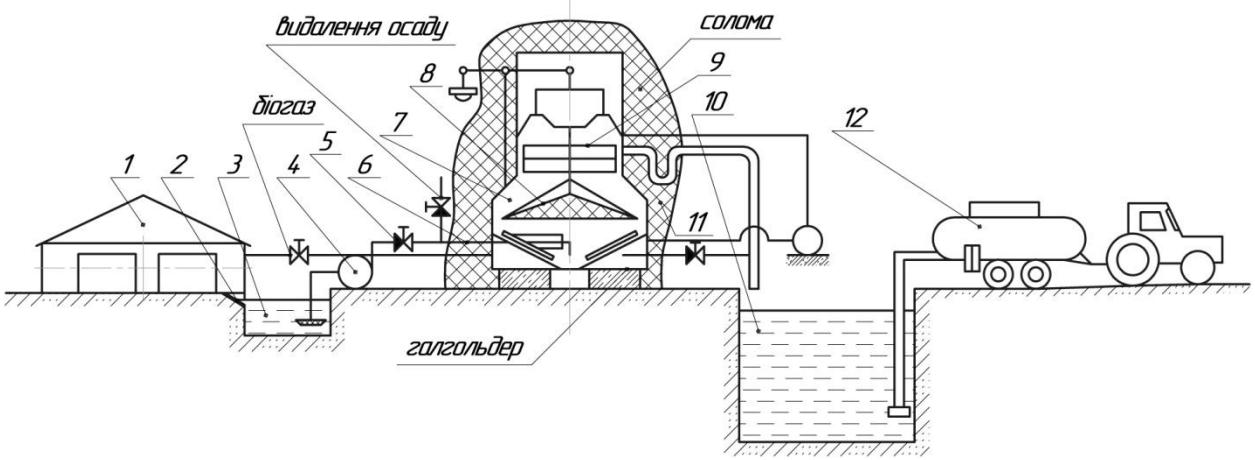


Рис. 4.2. Схема технологічного процесу одержання біогазу в фермерському господарстві:
1 – будівля ферми; 2 – решітка; 3 – приймальна ємкість; 4 – насос; 5 – засувка; 6 – завантажувальна горловина; 7 – біореактор; 8 – імобілізатор; 9 – мішалка; 10 – гноєсховище; 11 – солома; 12 – насос; 13 – РЖТ

Біогаз (60–70% метан), який виділяється, накопичується у верхній частині акумулятора газу. При досягненні максимального об'єму вмикається газовий компресор, який перекачує газ у газгольдер до тих пір, поки газова камера не досягне мінімальних розмірів.

Включення і виключення компресора проводиться автоматично, за допомогою вимикача, встановленого на тязі акумулятора газу. З газгольдера біогаз відбирається для використання.

Конструкційна схема біореактора

Представлений біореактор складається з чотирьох блоків – нижнього, середнього, проміжного і верхнього.

У нижній блок біореактора вмонтовані газгольдер, який призначений для нагромадження і зберігання біогазу для подальшого використання і теплообмінний пристрій. Теплообмінний пристрій виконаний в нижній частині на внутрішніх стінках ємкості і використовується для підтримання заданої температури технологічного процесу і виготовляється з металевої труби.

У середній блок біореактора вмонтована завантажувальна горловина.

Проміжний блок біореактора має форму зрізаного конуса і слугує для з'єднання середнього блоку з верхнім.

У верхньому блоці біореактора встановлено мішалку з імобілізатором, акумулятор газу і гідрозатвор. При з'єднані всіх чотирьох блоків утворюється ємність.

Ємкість призначена для нагромадження і ферментації рідких відходів. Вона являє собою металеву конструкцію вертикальної форми. Висотою середньої секції регулюється робочий об'єм біореактора.

Гідрозатвор призначений для зливу збродженої маси і герметизації ємності (для запобігання виходу біогазу). Гідрозатвор розрахований на тиск біогазу до 500 мм водного стовпа.

Мішалка призначена для перемішування верхнього шару рідкого гною та руйнування кірки. Привод мішалки електро-механічний або ручний. Він складається з осі обертання, на якій закріплена мішалка, електродвигуна, редуктора.

Імобілізатор слугує для нагромадження активної анаеробної маси та утримання легких органічних фракцій (солома, клітковина) в середині зброджуваної маси, що зменшує швидкість утворення кірки на поверхні біореактора і пришвидшує розпад цих органічних речовин. Імобілізатор прикріплений до мішалки.

Завантажувальний пристрій слугує для завантаження біореактора рідким гноєм з попереднім підігрівом його, а також вивантаження осаду за допомогою мобільних засобів типу РЖТ. Він складається з двох частин – магістральної труби і підігрівача

Акумулятор газу призначений для попереднього накопичення і стабілізації тиску газу над зброджувальною рідиною. Він складається з газової камери і регулятора тиску.

Регулятор тиску слугує для підтримання стабільного тиску в газовій камері.

4.4. Основні тенденції розвитку технічних засобів для анаеробної переробки гною

Нині в усьому світі набувають поширення біогазові технології переробки органічних відходів, які дозволяють одночасно вирішити чотири проблеми: екологічну – ліквідація відходів виробництва, енергетичну – отримання палива і енергії, агрохімічну – отримання екологічно чистих добрив і продуктів, підвищення родючості ґрунтів та соціальну – покращення умов праці і побуту населення.

Виробництво біогазу з сільськогосподарських відходів здійснюється в багатьох розвинутих країнах світу.

На основі аналізу експозицій щорічних міжнародних спеціалізованих виставок сільськогосподарської техніки в містах Ганновер (Німеччина), Брно (Чехія) та Познань (Польща) біогазові установки, які створюються в Європі, можна умовно поділити на три категорії.

До першої категорії належать біогазові установки для фермерських господарств. Таке обладнання розраховане на отримання біогазу з гною, який виробляється в фермерському господарстві. При цьому зброджена маса використовується як органічне добриво, а за рахунок біогазу забезпечуються потреби господарства в опаленні та електроенергії. Установки цього типу складаються, як правило, з резервуарів для попереднього накопичення і зберігання гнойової маси, біореакторів з системами керування, перемішування та обігрівання, резервуарів для зберігання і подальшої переробки збродженої біомаси, гнойових насосів для завантаження та вивантаження, обладнання для зберігання та транспортування біогазу, а також теплоенергетичного модуля для опалення та виробництва електроенергії . Такі установки вирізняються конструкційною простотою та високим рівнем стандартизації.

Перевагою таких систем є простота, порівняна дешевизна і можливість швидкого переобладнання вже існуючих систем нагромадження і переробки гною в біогазові установки.

До другої категорії слід віднести потужні установки з переробки гною, розраховані як на використання у великих тваринницьких господарствах, так і на задоволення спільних потреб декількох фермерських господарств. На таких біогазових установках, як правило, переробляють гній у суміші з іншими видами органічних відходів, і складаються вони з декількох блоків. Блок попереднього зберігання містить окремі резервуари для гною і органічних відходів і резервуари для гомогенізації біомаси. Біореактори являють собою сталеві резервуари і обладнуються системами автоматичного керування. Зброджена біомаса

в подальшому використовується господарствами як органічне добриво, а отриманий біогаз перетворюється на теплову та електричну енергію за допомогою універсального теплоенергетичного модуля. В таких біогазових установках широко застосовуються теплообмінники, в яких тепло вже переробленої маси використовується для попереднього розігрівання вихідної сировини. Анаеробна ферментація гною відбувається здебільшого в термофільному режимі через кращу відповідність такого зброджування санітарним вимогам. Ефективність такого типу біогазових установок прямо залежить від їх розмірів: чим потужніше підприємство, тим менша вартість переробки кожного кубометра біомаси.

До третьої категорії належать найпотужніші біогазові установки, на яких переробляють органічні відходи різноманітного походження. Ці установки найбільш технологічно досконалі і дозволяють одержувати біогаз як з рідких, так і з твердих органічних відходів.

В таких установках велика увага приділяється підготовці сировини до зброджування, тому що стан окремих видів органічних відходів не завжди відповідає гігієнічним вимогам. Для підвищення ефективності анаеробної ферментації в деяких випадках додатково передбачають технологічну операцію гідролізу біомаси. Зброджені відходи з великим вмістом сухої речовини, з метою підвищення якості їх як органічного добрива, можуть піддаватися подальшій переробці шляхом аеробного компостування, а рідина утилізуватися після додаткового очищення.

В конструкціях сучасних біогазових установок широко впроваджуються нові технологічні рішення, направлені на підвищення ефективності цієї технології. В розробках використовуються після-ферментаційне витримування біомаси в спеціальних резервуарах, коферментація, часткове продування повітрям та інші технологічні рішення.

Вдосконалення конструкцій мікробіологічних реакторів йде в напрямку зниження енергоємкості процесу перемішування субстрату і створення оптимальних умов для нагромадження активної біомаси.

Деякі фірми застосовують в конструкціях біогазових установок реактори горизонтального типу з механічним перемішуванням, але частка таких біореакторів в загальній кількості розроблених і збудованих установок поступово зменшується.

Характерним для багатьох розробок є виготовлення резервуарів різного призначення, що входять до складу біогазових установок, у тому числі і біореакторів зі збірних елементів з листового або гофрованого металу з високоякісним антикорозійним покриттям.

Слід зазначити, що в конструкціях біогазових установок за рубежем широко використовуються найсучасніші конструкційні матеріали, високоефективне теплоенергетичне обладнання та надійні системи автоматичного керування технологічними процесами на базі сучасного комп'ютерного обладнання.

Слід відмітити що ще на початку 1980 років на підставі теоретичних і експеримен-тальних досліджень Конструкторско-технологічний інститут сільськогосподарського машинобудування (КТІСМ) створив промисловий комплекс устаткування біологіного очищення стоків «КОБОС-1» для анаеробного зброджування гною. Він був встановлений на фермі-лабораторії УкрЦВТ на 800 корів, який не поступався сучасним зразкам імпортного виробництва.

Комплекс призначений для виробництва товарного біогазу і отримання високопоживних органічних добрив і не поступається за технічними характеристиками сучасним зарубіжним зразкам аналогічного обладнання.

«КОБОС-1» (рис. 4.3) складається з реактора, підігрівача-витримувача, фекального насоса, гвинтового насоса, газгольдера, компресора, водогрійного котла.

Один реактор з вакуумним перемішуванням складається з горизонтального резервуару з подовжніми перегородками, газового ковпака, завантажувальної труби, вивантажного сифона, аварійного зливу.

В склад другого реактора з механічним перемішуванням входить горизонтальний резервуар, газовий ковпак, мішалка, завантажувальна труба, три аварійні зливи.

Підігрівач-витримувач – це циліндричний резервуар з теплообмінником, що є замкнутою системою за принципом «труба в трубі», де гній нагрівається до необхідної температури в протитечії гарячої води.

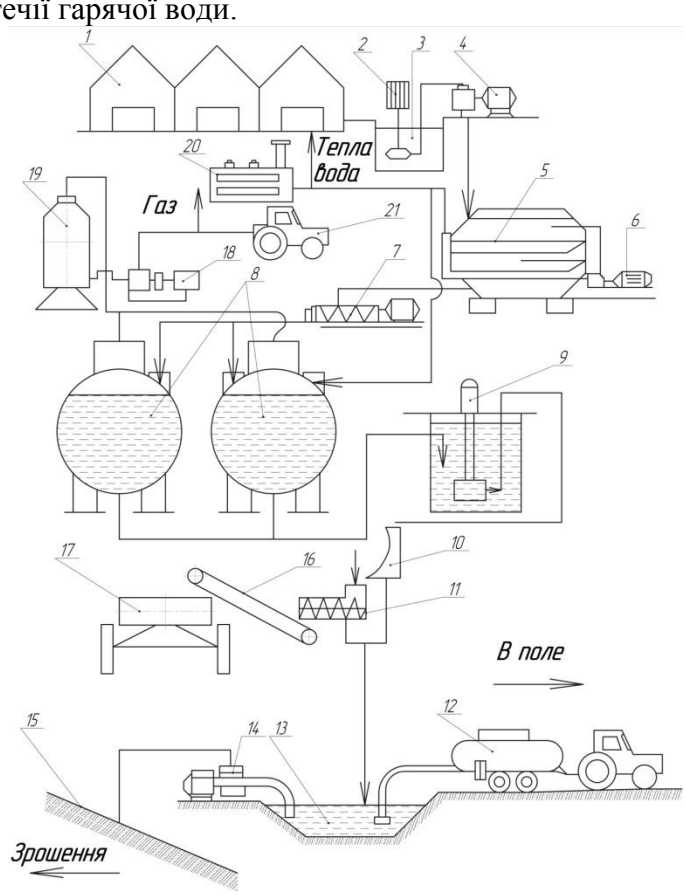


Рис. 4.3. Технологічна схема комплексу обладнання «КОБОС-1»:
1 – ферма; 2 – насос для рідкого гною; 3 – колектор; 4 – подрібнювач; 5 – підігрівач витримувач; 6,9 – фекальний насос; 7 – гвинтовий насос; 8 – реактори; 10 – дугове сито; 11 – прес-фільтр; 12 – цистерна-розкидач; 13 – гноєсховище; 14 – насос; 15 – зрошувальна система; 16 – транспортер; 17 – теліжка; 18 – компресор; 19 – газгольдер; 20 – котел; 21 – трактор, який працює на біогазі.

Окреме приміщення: розділене на два відсіки, всередині яких змонтовані насосна установка і установка для очищення біогазу,.

У насосній – два фекальні насоси, чотири шлангові затвори і система трубопроводів.

У силовому блоці-контейнері розміщено устаткування, що забезпечує нагрівання води для підтримання температурного режиму.

Блок-контейнер управління розташований в окремому приміщенні. Усередині нього – шафа і пульт управління, клемні коробки.

Установка працює в автоматичному режимі таким чином.

Гній з колектора насосом подається в подрібнювач, в якому переробляються довговолокнисті та інші рослини. Звідси гній подається в підігрівач-витримувач і підігрівається до температури зброджування. Потім витриманий гній гвинтовим насосом-дозатором через шлангові затвори подається в реактори, де відбувається анаеробний процес, в результаті якого виділяється біогаз.

Одержаний в процесі бродіння біогаз з реакторів компресорами відділяється в блок очищення. Очищений біогаз через зворотний клапан і гідрозасув подається для використання на комплексі «КОБОС–1». Надлишок біогазу прямує для зберігання.

Зброджена гнойова маса – хороше органічне добриво. Під час дозованого завантаження її самопливом видаляють в колектор для подальшого використання.

З накопичувача насосом НЦІ-Ф-100 гнойову масу подають на дугове сито СД-Ф-50 для розділення на тверду і рідку фракції.

Згущену масу зневоднюють прес-фільтром ПЩ-75 до вологості 72-75% і транспортують в бурти, де відбувається біотермічне знезараження.

Рідка фракція подається в гноєсховище і в кращі для господарства терміни цистернами-розкиданнями РЖТ-8 або дощувальними установками типу ДКО-80 вивозиться для поливу сільськогосподарських угідь.

Технологічний процес, закладений в комплексі «КОБОС-1» двостадійний, аналогічний, виконаний відповідно до попередніх опрацьовувань апаратурно роздільно, тобто 1 стадію процесу – гідроліз і кислотоутворення здійснюється в підігрівачі-витримачі ($25м^3$), 2 стадія – в реакторі ($125м^3$).

Процес здійснювався при температурі +40 ^{0}С. Перемішування маси механічне – лопатевою мішалкою.

В період запуску процесу добові дози завантаження реактора – 6-8 $м^3$ гнойової маси, автоматичною подачею порціями 24 рази на добу.

Не дивлячись на широку пропаганду та використання біогазових установок за рубежем, нині в Україні широкого розповсюдження вони не набули.

Слід відзначити, що по вирішенню завдання анаеробної переробки гною та посліду в біореакторах, з метою отримання біогазу та екологічно безпечних добрив в Україні є значні напрацювання, однак біогазових установок (БГУ) вітчизняного виробництва не має. Пояснюється така ситуація тим, що переробка органічних відходів тваринництва в біореакторах є складною, затратною технологією, для здійснення якої необхідно залучення значних коштів, підготовки кваліфікованих кадрів та введення відповідних стимулюючих заходів для господарств, які будуть здійснювати впровадження технології переробки органічних відходів тваринництва з метою одержання екологічно-безпечних органічних добрив та біогазу.

В теперішній період, коли тваринництво переважно зосереджується в невеликих фермерських та селянських господарствах, де утримується невелика кількість великої рогатої худоби, свиней та домашньої птиці, назріла необхідність для даних господарств відпрацювати технологію та малогабаритне обладнання для метанового зброджування органічних відходів, які накопичуються .

Основною метою при застосуванні метанового зброджування органічних відходів в даному випадку є приготування високоякісних органічних добрив з отриманням біогазу, який буде використовуватися для технологічних потреб в побуті. Об'єм реактора для метанового зброджування органічних відгодів для невеликих господарств повинен складати 3-5 $м^3$. Оригінальна конструкція БГУ з таким реактором розроблена в ННЦ «ІМЕСГ» (автор розробки Рубан Б.О.)

4.5. Методика розрахунку біогазової установки

Технологічний розрахунок параметрів біореактора (метантенка) проводять, виходячи із маси гною, який підлягає переробці, а також його вологості. Вміст абсолютно сухої речовини (кг) в гною визначають за формулою:

$$P_C = \frac{M(100-\omega)}{100}, \qquad (4.6)$$

де M – добовий вихід гною ферми, кг/добу; ω– вологість рідкого гною, %.

З умови, що в середньому в гною міститься до 20% неорганічних речовин, кількість сухої органічних речовин у масі гною (кг) визначається за формулою

$$P_o = 0{,}8P_C. \qquad (4.7)$$

Кількість біогазу (м^3/добу), який отримують у процесі бродіння гною, визначається за формулою:

$$W = P_o k_o k_в, \qquad (4.8)$$

де k_o – коефіцієнт розкладання органічної речовини (k_o=0,3); $k_в$ – вихід біогазу при розкладанні 1 кг органічної речовини ($k_в$=0.7 м^3/кг).

Об'єм біореактора (м^3) визначаємо за формулою:

$$V = \frac{M\rho_г T}{k}, \qquad (4.9)$$

де T – тривалість бродіння, діб; $\rho_г$ – щільність гною, м^3/кг; k – коефіцієнт завантаження біореактора (k =0,9).

На практиці тривалість бродіння вибирають залежно від температури в наступних інтервалах: при 10 – 25 ^{o}C – 30 діб, при 25 – 40 ^{o}C – від 10 до 20 діб, при 45 – 60 ^{o}C – від 8 до 4-х діб.

Загальні втрати тепла становлять:

$$Q_н = Q_o + Q_b + Q_a, \qquad (4.10)$$

де Q_0 – втрати тепла в тепломережі, кДж; Q_b – тепло, яке необхідне для підігріву рідких відходів до температури технологічного процесу, кДж; Q_a – втрати тепла в біореакторі , кДж;

Слід відмітити, що втрати тепла в тепломережі за результатами досліджень складають до 1 %, тому при проведенні аналізу їх можна не враховувати.

Необхідна кількість тепла для підігрівання гною, який потрапляє в біореактор, розраховується за формулою:

$$Q_b = Cm\Delta t_н, \qquad (4.11)$$

$$\Delta t_н = t_1 - t_в,$$

де C – питома теплоємність гною, кДж/кг-град, (табл. 3.13); t_1 – температура технологічного процесу, °С; $t_в$ – температура гною, °С; m – маса гною (продуктивність за добу), кг

Витрати тепла визначаються за формулою, кДж:

$$Q_a = 0{,}001 \cdot \frac{\Delta t_в \tau F_c}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \qquad (4.12)$$

де $\Delta t_в = t_1 - t_a$; λ_i – коефіцієнт теплопровідності, кДж/кг °С – для металу приймається 45 Вт/м град; скловата 0,037 Вт/м град; δ_i - товщина стінки, м; t_a – розрахункова температура навколишнього середовища, ^{0}С; F_c – загальна площа поверхні біореактора, м^2;τ – розрахунковий період, с, τ = 24 год = 86400 с; α_1, α_2 – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м^2 град, для рідини при природній конвекції α_1 = 116, 3-1163 Вт/м^2 град; для газів при природній конвекції α_2 = 5,82-34,9 Вт/м^2 град.

Для проведення енергетичної оцінки біогазової установки необхідно враховувати витрати енергії на її виготовлення та встановлення:

$$Q_в = 24qm_б, \qquad (4.13)$$

де q – енергетичний еквівалент на 1 кг маси обладнання, кДж/кг·год; (рекомендується приймати 32000 кДж/кг·год; $m_б$ – маса обладнання, кг; 24 – кількість годин в добі, год.

Коефіцієнт виходу товарного біогазу розраховуємо за формулою:

$$\eta_b = 1 - \frac{n}{W}, \qquad (4.14)$$

де W – добовий вихід біогазу, м^3/добу; n – кількість біогазу необхідного для підтримання технологічного процесу, м^2;

$$n = \frac{Q_н}{q_{б.г.}\eta}, \qquad (4.15)$$

де $q_{б.г.}$ – теплота згоряння біогазу, кДж/м^3, $q_{б.г.}$ = 23000 кДж/м^3; η – коефіцієнт корисної дії котла,

$$W = G \cdot 0{,}8 \cdot \frac{(100 - \omega)}{100} v_{б.г} q_{б.г.}, \qquad (4.16)$$

де $v_{б.г}$ – вихід біогазу м^3/кг СОР;

Коефіцієнт енергетичної ефективності біогазової установки

$$\eta = \frac{W \cdot q_{б.г.}}{Q}, \qquad (4.17)$$

де $Q = Q_н + Q_в$

Біогазова установка вважається енергетично ефективною при η › 1

Змістовий модуль 2. Проектні рішення в біологічному та органічному землеробстві.

Тема 5. СУТНІСТЬ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА, ТА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВАХ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ ЗА МЕТОДОМ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ҐРУНТУ.

Мета: вміти проводити розрахунки з визначення потреби в органічних добривах для біологізації виробництва та органічного виробництва

Завдання для виконання практичної роботи

1. Визначити норму внесення органічних добрив для вирощування сільськогосподарських культур поданих нижче в таблиці для органічного виробництва.

Показники	Позначення, (№ формули)	Зернові та зернобобові культури	Кукурудза на зерно	Соняшник
Вхідні показники				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	20, 30, 40, 50, 50 +№	30, 40, 50, 60, 60+№	10, 15, 20, 25, 25+№
Бал бонітету ґрунту (табл.5.3)	$Б$			
Урожайна ціна бала ґрунту (табл. 5.4);	$Ц_Б$			
Окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю (табл.5.5)	$О_о$			
Окупність 1 ц діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю (табл.5.5);	$О_м$			
Поправочний коефіцієнт на групу ґрунту	$А$			
Коефіцієнт біологізації (табл. 5.6)	β	0	0	0

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчити основні принципи органічного виробництва, та біологізації сільськогосподарської продукції.
2. Опрацювати методи аналітичних розрахунків для біологізації та органічного виробництва сільськогосподарської продукції за бальною оцінкою землі на величину програмованої урожайності:
3. Ознайомитися з практичним використання аналітичних залежностей для проведення розрахунків.

Теоретичні відомості

5.1. Основні положення органічного землеробства

5.1.1. Суть терміну «органічне замлеробство».

Усвідомлення зростаючої екологічної загрози внаслідок інтенсивного ведення землеробства стимулювало розробку альтернативних моделей землеробства, які краще відповідали б життєвим інтересам суспільства.

До альтернативних методів ведення сільського господарства можна віднести біоінтенсивне міні-землеробство, біодинамічне землеробство, ЕМ-технології, маловитратне стале землеробство та інші. Ці моделі ґрунтуються на глибокому розумінні процесів, що відбуваються в природі, спрямовані на поліпшення структури ґрунтів, відтворення їх природної родючості та сприяють утворенню екологічно стійких агроландшафтів.
Саме до таких систем агровиробництва належить й органічне землеробство.

Слід зазначити, що у різних країнах сформувались деякі термінологічні відмінності в понятті органічного землеробства, які часто призводять до виникнення непорузумінь. Наприклад, термін «органічне землеробство (Organic Farming) офіційно прийнятий в англомовних країнах Європейського союзу (ЄС). Еквівалентним терміном Франції, Італії, Португалії та країнах Бенілюксу є «біологічне землеробство» (Biological Farming), а в Данії, Німеччині та іспаномовних країнах «екологічне землеробство» (Ekolological Farming).

Під біологічним вважається таке "землеробство, при якому виробництво рослинницької продукції забезпечується ***мінімальним*** використанням хімічних засобів виробництва".

Екологічне землеробство – це технологія виробництва сільськогосподарської продукції, яка ***забороняє*** або значно ***обмежує використання*** мінеральних добрив і ***забороняє*** використання отрутохімікатів для захисту рослин.

Одні вчені вважають, що можна використовувати мінеральні добрива в обмеженій кількості, а інші, що не можна використовувати мінеральні добрива в системі органічного землеробства. Це підтверджується приведеними нижче визначеннями органічного землеробства.

Група науковців з органічного землеробства Департаменту сільського господарства США (USDA) у 1980 році запропонувала таке визначення: „*Органічне землеробство* - це система виробництва сільськогосподарської продукції, яка ***забороняє*** або в значній мірі ***обмежує*** використання синтетичних комбінованих добрив, пестицидів, регуляторів росту та харчових добавок до кормів при відгодівлі тварин. Така система максимально базується на сівозмінах, використанні рослинних решток, гною та компостів, бобових рослин та рослинних добрив, органічних відходів виробництва, мінеральної сировини, механічному обробітку ґрунтів та біологічних засобах боротьби із шкідниками з метою підвищення родючості та покращення структури ґрунтів, забезпечення повноцінного живлення рослин та боротьби з бур'янами і різноманітними шкідниками" .

У 1995 році Колегія з національних стандартів органічної продукції USDA запропонувала дещо інше визначення: „*Органічне землеробство* – це система екологічного менеджменту сільськогосподарського виробництва, яка підтримує та покращує біорізноманіття, біологічні цикли та біологічну активність ґрунтів. Вона базується на ***мінімальному*** використанні неприродних (штучних) сировини й матеріалів та агротехнічних прийомах, які відроджують, підтримують та покращують екологічну гармонію".

За визначенням Міжнародної федерації з розвитку органічного землеробства (IFOAM) "*органічне землеробство* об'єднує всі сільськогосподарські системи, які підтримують екологічно-, соціально- та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції. В основі таких систем лежить використання локально-специфічної родючості ґрунтів як ключового елементу успішного виробництва. Такі системи використовують природний потенціал рослин, тварин і ландшафтів та спрямовані на гармонізацію сільськогосподарської практики та навколишнього середовища. Органічне

землеробство суттєво зменшує використання зовнішніх факторів виробництва (ресурсів) шляхом ***обмеження застосування*** синтезованих хімічним шляхом добрив, пестицидів і фармпрепаратів. Замість цього для підвищення врожаїв та для захисту рослин використовуються інші агротехнологічні заходи й різноманітні природні чинники. Органічне землеробство дотримується принципів, які обумовлені місцевими соціально-економічними, кліматичними та історико-культурними особливостями".

Органічне землеробство як система сільськогосподарського менеджменту агроекосистем, що ґрунтується на ***максимальному*** використанні біологічних факторів підвищення родючості ґрунтів, агротехнологічних заходів захисту рослин, а також на виконанні комплексу інших заходів, які забезпечують екологічно - соціально - та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції й сировини.

Органічне землеробство – це система землеробства, метою якої є баланс між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища з метою забезпечення збереження якості земель для майбутніх поколінь. Практично це система, *яка повністю або в основному виключає* використання: синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту, кормових добавок до раціону тварин та інших потенційно небезпечних речовин.

Згідно з Законом України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», від 03.09.2013 № 425-VII, який втратив чинність після виходу Закону України № *2496-VIII від 10.07.2018,* термін *виробництво органічної продукції (сировини)* – «виробнича діяльність фізичних або юридичних осіб (у тому числі з вирощування та переробки), де під час такого виробництва *виключається застосування* хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки) застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів».

Згідно закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» від *10.07.2018 № 2496-VIII терміни:*

органічне виробництво - сертифікована діяльність, пов'язана з виробництвом сільськогосподарської продукції (у тому числі всі стадії технологічного процесу, а саме первинне виробництво (включаючи збирання), підготовка, обробка, змішування та пов'язані з цим процедури, наповнення, пакування, переробка, відновлення та інші зміни стану продукції), що провадиться із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції;

органічна продукція - сільськогосподарська продукція, у тому числі харчові продукти та корми, отримані в результаті органічного виробництва;

органічне рослинництво - органічне виробництво, пов'язане з вирощуванням культурних рослин, а також заготівлею об'єктів рослинного світу із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції;

Наведені визначення терміну *органічне «землеробство»* свідчать, про наявність неоднозначних підходів до його тлумачення. Одні вчені вважають допустимим використовувати мінеральних добрив в системі органічного землеробства в обмеженій кількості, інші їх заборону. Це підтверджується приведеними вище визначеннями органічного землеробства.

5.1.2. Обґрунтування концепції біологізації землеробства для виробництва екологічно чистої продукції.

Суть концепції полягає в тому, що якщо на одну тонну органічних добрив вноситься більше 15 кг діючої речовини мінеральних добрив, починається або посилюється дегуміфікація ґрунтів і їх агрофізична деградація. Всі мінеральні добрива, які використовуються в Україні, є солями одновалентних катіонів. Взаємодія їх з ґрунтом при внесенні приводить до витіснення Са++ з ґрунтового поглинаючого комплексу, диспергації

гумусу і посиленню розкладання його мікроорганізмами (дегуміфікація). В результаті руйнується структура, відбувається агрофізична деградація ґрунтів.

Запобігти деградаційній дії на ґрунт одновалентних катіонів можна тільки нейтралізацією їх органічними колоїдами, які утворюються в ґрунті при внесенні органічних добрив в такому співвідношенні, при якому б нейтралізувалися всі внесені з мінеральними добривами одновалентні катіони. Це співвідношення між органічними і мінеральними добривами виведене емпірично на підставі системних спостережень в багатьох стаціонарних дослідах. Воно рівне 15 кг діючої речовини мінеральних добрив на 1 тонну гною. Це співвідношення носить назву «коефіцієнт біологізації землеробства»

Між коефіцієнтами біологізації землеробства і гуміфікації органічних добрив існує прямий зв'язок: чим більше коефіцієнт біологізації, тим вищий коефіцієнт гуміфікації органічних добрив, а значить швидше досягається розширене відтворення гумусу і потенційної ґрунтової родючості. І навпаки, чим нижче коефіцієнт біологізації землеробства, тим менше в ґрунті утворюється гумусу

На певному відрізку часу інтенсивна технологія хімізації може підвищити врожайність сільськогосподарських культур і валові збори сільськогосподарської продукції. Проте наслідки її швидко позначаться на агрофізичних властивостях ґрунтів і наступить зниження врожайності сільськогосподарських культур в результаті агрофізичної деградації ґрунтового покриву.

У таблиці 5.1 приведені розроблені градації коефіцієнта біологізації землеробства і характер їх дії на нього.

Таблиця 5.1 – Значення коефіцієнта біологізації землеробства при різному співвідношенні органічних і мінеральних добрив і їх вплив на властивість ґрунту за Шикулою М.К.

Співвідношення органічних і мінеральних добрив, т/кг д.р.	Коефіцієнти біологізації землеробства, α	Характер дії на землеробство	Вплив на властивості ґрунтів
1:0-1:5	1-0,2	Біологічне землеробство	Оптимальна для рослин щільність складу ґрунту; оптимальні значення ґрунтових режимів; інтенсивне наростання вмісту гумусу
1:5-1:8	0,2-0,25	Інтенсивна біологізація	Оптимальна щільність складу; близьке до оптимальних значень ґрунтових режимів, менш інтенсивне наростання вмісту гумусу
1:8—1:15	0,125-0,067	Біологізація	Близьке до оптимальних значення щільності складу; у значеннях ґрунтових режимів можливі мінімуми; сповільнене наростання вмісту гумусу в ґрунті
1:15-1:30	0,067-0,030	Хімізація	Не оптимальне значення щільності складу, утворюються глиби; спостерігаються мінімуми визначенні ґрунтових режимів; йдуть процеси дегуміфікації і декальцинування
1:30	0,030	Інтенсивна хімізація	Високі значення щільності складу, дегуміфікації, декальцинування; несприятливе (до великих мінімумів) значення ґрунтових режимів

5.2. Аналітичні залежності для проведення розрахунків потреби в добривах для біологізації землеробства і органічного виробництва

В основу проведення досліджень покладено прийняте визначення «Органічного землеробства» та «Концепцію біологізації землеробства для виробництва екологічно чистої продукції»

З метою розробки методики розрахунку за основу взято формулу визначення норми внесення мінеральних добрив за бальною оцінкою землі на величину програмованої урожайності:

$$Д_{NPK} = 100\frac{У - (Б \cdot Ц_Б + Д_о \cdot О_о)А}{О_м}, \qquad (5.1)$$

де $Д_{NPK}$ – норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га; *У* – програмна врожайність, ц/га (табл. 5.2); *Б* – бал бонітету ґрунту (табл. 5.3); $Ц_Б$ – урожайна ціна бала ґрунту (табл. 5.4); $Д_о$ - доза органічних добрив, т/га; $О_о$ – окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю (табл. 5.5); $О_м$ – окупність 1 ц діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю (табл. 5.5); *А* – поправочний коефіцієнт на групу ґрунту.

Поправочний коефіцієнт *А:*

– дуже низький вміст поживних речовин – 1,5
– низький вміст поживних речовин – 1,2
– середній вміст поживних речовин – 1,0
– підвищений вміст поживних речовин – 0,7

Таблиця 5.2 - **Потенційна врожайність (ПВ) польових культур при різних коефіцієнтах корисної дії фотосинтетичної активної радіації (ФАР), ц/га.**

Культура	Коефіцієнти корисної дії ФАР, %					
	1	2	3	4	5	6
Озима пшениця	25,3	50,5	75,8	101,1	125,4	150,6
Озиме жито	21,5	43,0	64,5	86,0	107,5	129,0
Яра пшениця	25,3	50,5	75,8	101,1	125,4	150,6
Ярий ячмінь	24,0	48,1	72,1	96,2	120,2	144,3
Овес	24,1	48,2	72,3	96,4	120,5	144,6
Просо	16,5	33,0	49,5	66,0	82,5	99,0
Гречка	18,4	36,8	55,2	73,6	92,0	110,4
Горох	19,6	39,2	58,8	78,4	98,0	117,6
Кукурудза (зерно)	39,1	78,2	117,3	156,4	195,5	234,6
Цукровий буряк	272,8	545,5	818,3	1091,1	1363,9	1636,7
Картопля	145,3	290,6	435,9	581,2	726,5	871,8
Соняшник	28,3	37,0	85,5	114,0	142,5	171,0

Таблиця 5.3 - **Бонітет ґрунтів за основними сільськогосподарськими культурами по областях і зонах України (А.А. Собко, 1984 р).**

Зона, область	Технічні культури, кормові	Зернові	Озима пшениця	Кукурудза	Цукровий буряк	Картопля	Соняшник	Льон
Полісся	**47**	**48**	**49**	**60**	**61**	**62**	**-**	**49**
Волинська	47	47	48	-	63	67	-	54
Житомирська	40	42	45	-	55	58	-	39
Закарпатська	47	61	55	51	-	40	-	-
Ів.-	54	46	46	57	64	44	-	40

Франківська								
Львівська	47	47	47	-	64	57	-	68
Рівненська	57	57	56	-	65	63	-	52
Чернігівська	48	50	53	73	59	72	-	44
Лісостеп	**68**	**66**	**66**	**66**	**66**	**65**	**68**	**43**
Вінницька	72	70	66	72	70	-	57	-
Київська	61	63	63	77	72	62	-	45
Полтавська	65	66	67	64	65	-	73	-
Сумська	56	59	61	58	55	64	57	45
Тернопільська	75	67	67	-	79	68	-	-
Харківська	59	61	61	47	55	-	74	-
Хмельницька	65	65	66	-	65	-	-	-
Черкаська	80	80	78	76	73	-	-	-
Чернівецька	76	71	69	73	79	74	-	38
Степ	**59**	**64**	**62**	**56**	**58**	**-**	**71**	**-**
Луганська	48	51	54	44	-	-	66	-
Дніпропетров-ська	61	64	61	52	58	-	78	-
Донецька	59	63	58	51	-	-	79	-
Запоріжська	58	62	59	55	-	-	64	-
Кіровоградська	72	74	70	67	64	-	78	-
Миколаївська	58	63	62	51	54	-	65	-
Одеська	60	66	65	56	55	-	79	-
Херсонська	59	66	66	54	-	-	57	-
Кримська	57	66	61	75	-	-	69	-
Україна	**60**	**62**	**61**	**61**	**62**	**63**	**70**	**48**

Таблиця 5.4 - **Ціна бала по ґрунтово-кліматичних зонах України, в центнерах основної продукції (А.А. Собко, 1984 р).**

Культура	Полісся	Лісостеп	Степ	У середньому по Україні
Зернові	0,46	0,45	0,44	0,44
Озима пшениця	0,46	0,47	0,45	0,46
Кукурудза (зерно)	0,36	0,42	0,52	0,42
Цукровий буряк	4,25	4,22	4,15	4,20
Картопля	2,11	2,00	-	2,00
Соняшник	-	0,20	0,21	0,21
Льон	0,10	0,12	-	0,10
Горох	0,24	0,26	0,25	0,25
Гречка	0,13	0,16	0,14	0,14
Кормовий буряк	4,2	4,0	3,2	3,9
Кукурудза на силос	2,6	2,4	2,2	2,4

Таблиця 5.5 - **Нормативна окупність органічних добрив і повного мінерального добрива, в центнерах продукції.**

Культура	Полісся	Лісостеп	Степ
Озима пшениця, жито	0,28/4,9	0,29/5,5	0,30/5,2
Ячмінь, овес	-/4,7	-/4,9	-/4,3
Кукурудза на зерно	0,30/5,4	0,30/5,4	0,30/5,4

Зернобобові, гречка	-/4,2	-/4,0	-/3,8
Картопля	1,2/25	1,3/25	1,0/15
Кукурудза (зелена маса)	2,5/35	2,7/40	1,5/20
Коноплі	0,3/1,0	0,3/1,0	-
Льон (волокно)	-/1,0	-/1,0	-
Кормовий буряк	3,0/60	3,5/60	-
Цукровий буряк	-	1,5/35	-
Соняшник	-	0,15/2,0	0,15/2,0
Вико-овес (зелена маса)	1,0/20	1,1/25	1,1/25

Використовуючи дані таблиці 5.1 доза органічних добрив в розрахунку на 1 га буде вознаачатися за формулою (т/га):

$$Д_о = \alpha \cdot Д_{NPK} \qquad (5.2)$$

де α – коефіцієнти біологізації землеробства (табл. 1.27).

Замість $Д_{NPK}$ в рівняння (1.18) підставимо $\frac{Д_о}{\alpha}$ і визначимо $Д_0$

$$\frac{Д_о}{\alpha} = 100\frac{У - (Б \cdot Ц_Б + Д_о \cdot О_о)А}{О_м} \qquad (5.3)$$

Звідси:

$$Д_о = \frac{100\alpha(У - Б \cdot Ц_Б А)}{О_м + 100\alpha О_о А} \qquad (5.4)$$

Для органічного виробництва, якщо заборонено використовувати мінеральні добрива таблиця 5.1 буде мати вигляд:

Таблиця 5.6 - **Значення коефіцієнта біологізації землеробства при різному співвідношенні органічних і мінеральних добрив і їх вплив на властивість ґрунту.**

Співвідношення органічних і мінеральних добрив, т/кг д. р.	Коефіцієнти біологізації землеробства α	Коефіцієнти біологізації землеробства $\beta = \frac{1}{\alpha}$	Характер дії на землеробство	Вплив на властивості ґрунтів
1:0	-	0		**Органічне виробництво**
1:0-1:5	1-0,2	0…5	Біологічне землеробство	Оптимальна для рослин щільність складу ґрунту; оптимальні значення ґрунтових режимів; інтенсивне наростання вмісту гумусу
1:5-1:8	0,2-0,125	5…8	Інтенсивна біологізація	Оптимальна щільність складу; близьке до оптимальних значень ґрунтових режимів, менш

				інтенсивне наростання вмісту гумусу
1:8—1:15	0,125-0,067	8…15	Біологізація	Близьке до оптимальних значення щільності складу; у значеннях ґрунтових режимів можливі мінімуми; сповільнене наростання вмісту гумусу в ґрунті
1:15-1:30	0,067-0,030	15…30	Хімізація	Не оптимальне значення щільності складу, утворюються глиби; спостерігаються мінімуми в значенні ґрунтових режимів; йдуть процеси дегуміфікації і декальцинування
1:30	0,030	Більше 30	Інтенсивна хімізація	Високі значення щільності складу, дегуміфікації, декальцинування; несприятливе (до великих мінімумів) значення ґрунтових режимів

де $\alpha = \frac{1}{\beta}$

В формулу 5.4 замість α підставимо $\frac{1}{\beta}$ і отримаємо формулу:

$$Д_о = \frac{100(У - Б \cdot Ц_Б А)}{(\beta О_м + 100 О_о А)} \quad (5.5)$$

$$Д_{NPK} = \frac{Д_о}{\alpha} = Д_о \beta \quad (5.6)$$

5.3. Розрахунок основних елементів системи органічного землеробства.

Розрахунок збалансованої потреби в органічних та мінеральних добривах.

Залежно від прогнозованої урожайності за даними табл. 1.5, 1.27-1.31 проводимо розрахунок дози органічних добрив на 1 га ріллі за формулою (1.21) та збалансованої дози мінеральних добрив за формулою (1.19) для Лісостепової зони України.

Результати розрахунків подано в табл. 1.32.

За даними таблиці 5.7 побудовано графічні залежності потреби в органічних і мінеральних добривах від урожайності сільськогосподарських культур: зернові та зернобобові культури (рис.5.1); кукурудза на зерно (рис. 5.2); соняшника (рис. 5.3);

Таблиця 5.7. – Результати розрахунку потреби в добривах для органічного землеробства в Лісостеповій зоні України.

Показники	Позначення, (№ формули)	Зернові та зернобобові культури	Кукурудза на зерно	Соняшник
Вхідні показники				
Бал бонітету ґрунту (табл.5.3)	$Б$	66	66	68
Урожайна ціна бала ґрунту	$Ц_Б$	0,45	0,42	0,2

(табл. 5.4);				
Окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю (табл.5.5)	$О_о$	0,29	0,3	0,15
Окупність 1 ц діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю (табл.5.5);	$О_м$	5,5	5,4	2,0
Поправочний коефіцієнт на групу ґрунту	$А$	1,0	1,0	1,0
Коефіцієнт біологізації (табл. 5.1)	α	0,067	0,067	0,067
Результати розрахунку				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	30	30	15
Доза органічних добрив в розрахунку на 1 га	$Д_0$, (5.5)	0,26	2	2,6
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$, (5.6)	3,9	29,9	38,8
Результати розрахунку (для прикладу)				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	40	40	20
Доза органічних добрив в розрахунку на 1 га	$Д_0$, (5.5)	9,26	11	13,6
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$, (5.6)	138,2	164,2	203,0
Результати розрахунку				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	50	50	25
Доза органічних добрив в розрахунку на 1 га	$Д_0$, (5.5)	18,26	20	24,6
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$, (5.6)	272,5	298,5	367,2
Результати розрахунку				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	60	60	30
Доза органічних добрив в розрахунку на 1 га	$Д_0$, (5.5)	27,26	29	35,6
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$, (5.6)	406,9	432,8	531,3
Результати розрахунку				
Програмна врожайність, ц/га	$У$	70	70	35
Доза органічних добрив в розрахунку на 1 га	$Д_0$, (5.5)	36,26	38	46,6
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$, (5.6)	541,2	567,2	695,5



Рис. 5.1. Збалансована потреба в органічних та мінеральних добривах для зернових та зернобобових культур в залежності від урожайності.

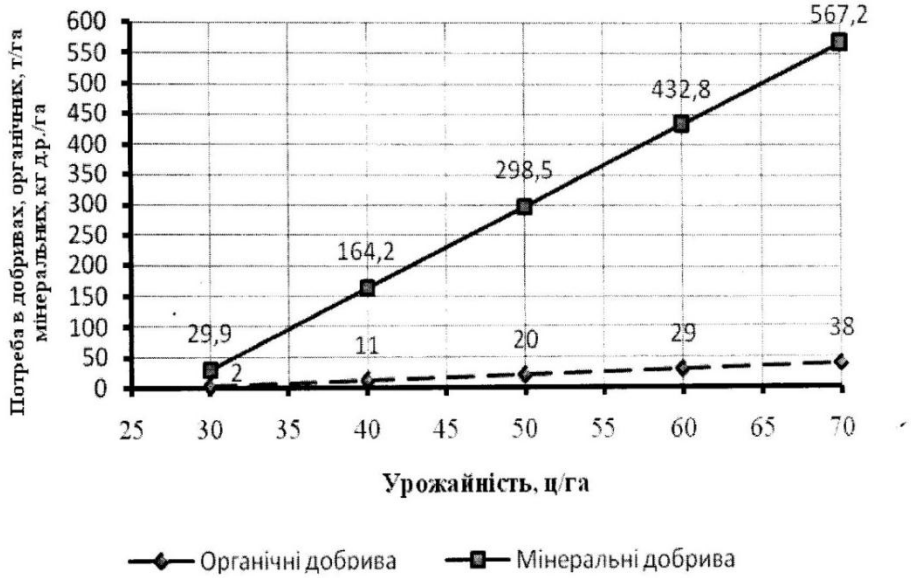


Рис. 5.2. Збалансована потреба в органічних та мінеральних добривах для кукурудзи на зерно в залежності від урожайності.

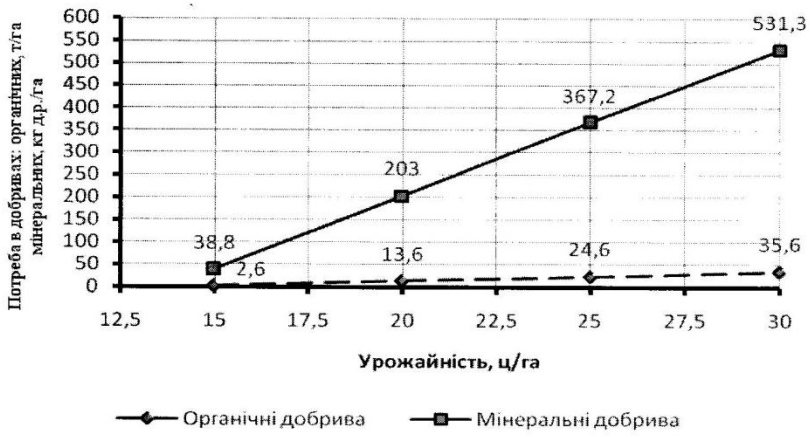


Рис. 5.3. Збалансована потреба в органічних та мінеральних добривах для соняшника в залежності від урожайності.

Тема 6. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВАХ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ ЗА БАЛАНСОВИМ МЕТОДОМ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ БІОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.

Мета: вміти проводити розрахунки з визначення потреби в органічних добривах балансовим методом для біологізації виробництва та органічного виробництва

Завдання для проведення практичної роботи

Визначити потребу в добривах в розрахунку на 1 га для вирощування (назва культури згідно з варіантом табл.1.) під плановий урожай (плановий урожай згідно з варіантом). Вихідні дані для проведення розрахунку за бальною оцінкою землі на величину програмованої урожайності подано в таблиці 2 (метод 1) і за балансовим методом в таблиці 3 (метод 2).

Таблиця 6.1. – **Завдання для виконання роботи**

Вар.	Культура	Урожай, т/га	Вар.	Культура	Урожай, т/га	Вар.	Культура	Урожай, т/га
1	Картопля	10	11	Горох	2	21	Пшениця	3
2	Картопля	11	12	Горох	2,5	22	Пшениця	4
3	Картопля	12	13	Горох	3,0	23	Пшениця	4
4	Картопля	13	14	Горох	3,5	24	Пшениця	5,5
5	Картопля	14	15	Горох	4,0	25	Пшениця	6
6	Кукурудза з.	5	16	Гречка	1	26	Соняшник	1
7	Кукурудза з.	6	17	Гречка	1,2	27	Соняшник	1,5
8	Кукурудза з.	7	18	Гречка	1,4	28	Соняшник	1,7
9	Кукурудза з.	8	19	Гречка	1,5	29	Соняшник	1,8
10	Кукурудза з.	9	20	Гречка	2	30	Соняшник	2

Звітність з роботи

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.

Таблиця 6.2 – **Результати розрахунку потреби в добривах для органічного землеробства в Лісостеповій зоні України (метод 1)** [8]**.**

Показники	Позначення	
Вихідні дані		
Програмна врожайність, т/га	$У$	
Бал бонітету ґрунту (табл.5.3)	$Б$	
Урожайна ціна бала ґрунту (табл.5.4);	$Ц_Б$	
Окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю (табл.5.5)	$О_о$	
Окупність 1 ц діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю (табл.5.5);	$О_м$	
Поправочний коефіцієнт на групу ґрунту	$А$	
Коефіцієнт біологізації (табл. 5.6.)	β	0, 1, 5, 8, 15, 30,

Таблиця 6.3 – **Дані для визначення потреби в добривах в розрахунку на 1 га для вирощування_____ (метод 2).**

Показник	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення показника		
			N	P_2O_5	K_2O
Плановий урожай, ц/га	У	т/га			
Коефіцієнти біологізації землеробства	β	Відносних одиниць	0, 1, 5, 8, 15, 30		
Винесення елементів живлення (N, P, K) в розрахунку на 1 ц основної з урахуванням побічної продукції (табл.6.1)	B_i	кг/ц			
Вміст у ґрунті рухомих форм поживного *і* елемента (табл.6.2 х3)	$П_{Гі}$	кг/га			
Коефіцієнт використання *і* поживного елемента з ґрунту (табл. 6.3)	$К_{Гі}$	Відносних одиниць			
Вміст поживного елемента на абсолютно суху речовину органічного добрива (гній ВРХ вологістю 85%, табл. (табл. 6.4)	$С_{Осі}$	%			
Вміст поживного *і* елемента в органічному добриві, кг/т	$С_{Оі}$	кг/т			
Коефіцієнт використання *і* поживної речовини із органічного добрива (табл. 6.5)	$К_{Оі}$	Відносних одиниць			
Коефіцієнт використання поживної *і* речовини із мінерального добрива (табл. 6.5)	$К_{Ді}$	Відносних одиниць			
Корегуючий коефіцієнт для ступеня забезпеченості рослин елементами живлення – середній (табл. 6.6)	А	Відносних одиниць			

Результати розрахунків наведено таблицю 4. За даними якої побудовано графік залежності норми внесення добрив від коефіцієнта біологізації (рис. 6.1).

Таблиця 6.4 – **Результати розрахунків**

Показники	Позначення,	Коефіцієнт біологізації β					
		0	1	5	8	15	30
За бальною оцінкою землі на величину програмованої урожайності – (метод 1)							
Потреба в органічних добривах, т / га	$Д_О$						
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$						
За балансовим методом на величину програмованої урожайності – (метод 2)							
Потреба в органічних добривах, т / га	$Д_О$						
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$						

Після проведення розрахунків будуємо графік залежностей норми внесення добрив від коефіцієнта біологізації (див. рис. 6.1)

Завдання для самостійної роботи

1. Опрацювати методи аналітичних розрахунків для біологізації та органічного виробництва сільськогосподарської продукції за балансовим методом на величину програмованої урожайності:

3. Ознайомитися з практичним використання аналітичних залежностей для проведення розрахунків.

Теоретичні відомості

6.1. Суть визначення норми внесення мінеральних та органічних добрив з використанням балансового методу.

В основу розробки методики розрахунку за основу взято формулу визначення норми внесення мінеральних добрив за балансовим методом, який ґрунтується на встановленні виносу елементів живлення з ґрунту із запланованим урожаєм.

$$Д_i = \frac{У \cdot B_i - П_{Гi} \cdot К_{Гi} - Д_О \cdot С_{Оi} \cdot К_{Оi}}{К_{Дi}} A_i, \qquad (6.1)$$

де $Д_i$ – норма внесення *i*-того (*i* – N, P, K) добрива у діючій речовині, кг/га; $У$ – плановий урожай, ц/га; B_i – винесення елементів живлення (N, P, K) в розрахунку на 1 ц основної з урахуванням побічної продукції, кг/ц (табл. 6.1); $П_{Гi}$ – вміст у ґрунті рухомих форм поживного *i* елемента, кг/га (табл. 6.2); $К_{Гi}$ – коефіцієнт використання *i* поживного елемента з ґрунту, відносних одиниць або $\frac{\%}{100}$ (табл. 6.3) ; $Д_О$ – доза органічних добрив, т/га; $С_{Оi}$ – вміст поживного *i* елемента в органічному добриві, кг/т (6.4); $К_{Оi}$ – коефіцієнт використання *i* поживної речовини із органічного добрива, відносних одиниць або $\frac{\%}{100}$ (6.5); $К_{Дi}$ – коефіцієнт використання поживної *i* речовини із мінерального добрива, відносних одиниць або $\frac{\%}{100}$ (6.5); A_i – коригуючі коефіцієнти для рекомендованих норм мінеральних добрив на ґрунтах з різним ступенем забезпеченості рослин елементами живлення, відносних одиниць (6.5).

Таблиця 6.1 – Винос поживних речовин з урожаєм (з урахуванням нетоварної для сільськогосподарських культур).

		З урахуванням нетоварної для сільськогосподарських культур			З урожаєм			
Культура	Основна продукція	Витрати кг/ц			Витрати кг/ц			Відношення нетоварної продукції до товарної
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
Жито озиме	Зерно	2,5-3,0	1,2-1,3	2,5-3,0	1,74	0,75	0,54	1,9
Пшениця	–//–	2,5-3,5	1,0-1,2	2,0-3,0	2,07	0,74	0,49	1,6
Ячмінь	–//–	2,5-3,0	1,0-1,2	2,0-2,5	1,84	0,76	0,53	1,2

Овес	–//–	2,5-3,3	1,2-1,5	2,8-3,5	1,89	0,83	0,51	1,6
Кукурудза	–//–	1,5-3,0	0,6-1,2	2,0-3,0	1,53	0,59	0,42	1,3
Просо	–//–	3,0-3,5	1,0-1,2	3,5-4,5	1,94	0,49	0,41	1,6
Гречка	–//–	3,5-4,5	1,2-1,7	3,5-5,0	1,77	0,59	0,71	1,9
Рис	–//–	1,5-2,5	0,8-1,2	2,0-3,0	1,05	0,64	0,46	1,1
Горох	–//–	4,5-6,5	1,5-2,0	2,0-3,0	3,34	0,84	1,30	1,1
Льон	–//–	5,5-6,5	1,8-2,3	6,0-6,5	0,54	0,21	1,01	0,6
Буряк цукровий	Коренеплоди	0,4-0,5	0,15-0,2	0,5-0,9	0,207	0,076	0,222	0,6
Соняшник	Насіння	4,0-5,5	1,5-2,5	10,0-15,0	2,37	1,04	0,84	2,2
Картопля	Бульби	0,5-0,6	0,15-0,2	0,7-0,9	0,37	0,11	0,55	0,5
Капуста	Головки	0,25-0,38	0,1-0,15	0,3-0,45	0,2	0,06	0,19	0,5
Огірок	Плоди	0,3-0,4	0,1-0,2	0,4-0,5	0,16	0,07	0,21	0,5
Помідор	–//–	0,25-0,4	0,07-0,15	0,3-0,6	0,15	0,05	0,25	0,2

Вміст у ґрунті рухомих форм поживного і елемента $П_{Гі}$ наведено таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. – Середній вміст рухомих сполук елементів живлення в ґрунті (Дмитренко П.О., Носко Б.С.) .

Елемент живлення	Метод визначення	Для зернових і кормових культур мг/кг	Для технічних і овочевих культур мг/кг
N	Тюріна-Кононової	45	70
	Корнфільда	175	200
P_2O_5	Кірсанова	75	100
	Чирикова	75	100
	Мачигіна	23	30
K_2O	Кірсанова	100	120
	Чирикова	100	120
	Мачигіна	100	200
	Маслової	125	200

Агрохімічні показники картограм вмісту в ґрунті рухомих сполук азоту, фосфору і калію (мг/кг ґрунту) переводять у кілограм на 1 га, перемножуючи на коефіцієнт, який відповідає різновиду ґрунту і глибині розрахункового шару. Так, якщо для розрахунку беруть 0-30 см, де розміщена основна кількість коренів, його маса на 1 га становить 3000т, то застосовують коефіцієнт 3. Цей коефіцієнт може змінюватися залежно від фактичної густини ґрунту.

Значення коефіцієнта використання і поживного елемента з ґрунту $К_{Гі}$ наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Коефіцієнт використання сільськогосподарськими культурами елементів живлення з ґрунту за різного вмісту їх рухомих сполук, %.

Культури	Вміст елементів живлення, мг/кг ґрунту								
	$N_{легко\ гідр.}$			P_2O_5			K_2O		
	до 50	50-100	100-150	до 50	50-100	100-150	до 50	50-100	100-150
Чорноземи і сірі опідзолені ґрунти									
Пшениця озима	34	25	23	11	9	5	17	13	12
Жито озиме	20	16	13	7	6	5	11	10	10
Ярі зернові та кукурудза на силос	25	19	17	10	9	7	20	16	14
Гречка	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Кукурудза на зерно	35	26	24	12	9	8	31	23	19
Цукровий буряк	33	30	27	10	9	8	33	30	30
Картопля	21	21	20	9	9	9	33	30	30
Соняшник	38	32	25	23	16	12	75	65	50
Горох	39	39	35	9	9	8	15	12	10
Багаторічні трави	19	12	12	8	5	5	17	11	10
Капуста	40	35	28	18	14	11	44	38	22
Помідор	34	25	19	6	5	4	38	34	27
Огірок	18	17	15	10	9	8	27	21	17
Дерново-підзолисті ґрунти									
Пшениця озима	32	24	23	10	8	8	14	12	11
Ярі зернові та кукурудза на силос	23	18	16	9	6	5	17	14	12
Гречка	10	8	8	6	6	5	10	10	10
Кукурудза на зерно	32	25	23	11	8	8	22	21	20
Картопля	29	23	23	12	10	10	37	37	37
Горох	38	33	27	9	7	6	10	10	8
Люпин зерно	25	24	21	9	5	5	12	11	8
зелена маса	50	34	30	9	6	5	20	20	17
Льон (насіння)	16	8	7	6	5	5	5	5	5
Багаторічні трави	9	9	8	5	5	5	8	8	7
Чорноземи південні та каштанові ґрунти									
Пшениця озима	32	25	22	11	9	9	16	12	11
яра	23	21	20	6	6	5	10	8	7
Ярі зернові та кукурудза на силос	25	20	18	10	8	7	20	17	15
Гречка	14	12	10	7	6	5	20	15	13
Кукурудза на зерно	34	25	21	12	9	7	33	23	19
Буряк	31	28	27	10	8	9	33	30	30
Соняшник	33	30	29	19	16	15	76	61	58
Рис	24	22	18	5	5	5	17	17	17
Горох	39	35	28	10	9	8	13	11	9
Багаторічні трави	20	16	15	8	6	6	17	15	13

Вміст поживного і елемента в органічному добриві C_{Oi} подано таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Середній вміст елементів живлення в органічних добривах.

Органічне добриво	Вологість, %	Густина, т/м^3	Вміст в % на абсолютно суху речовину C_{Oci}		
			N	P_2O_5	K_2O
Гній ВРХ	85-97	1,0-1,1	1,9-4,3	0,6-2,8	1,3-5,2
Гній свиней	86-98	1,0-1,1	2,6-6,5	1,4-3,7	1,4-5,4
Послід	70-85	1,07	3,6-8,0	3,0-6,7	1,3-4,0
Осад стічної води	82-92	-	1,6-4,0	0,6-5,2	0,3-0,6
Осад зброджений	83-92	-	3,0-4,0	2,4-4,8	0,81
Торф верховий	55-70	0,2-0,6	0,5-2,0	0,03-0,3	0,01-0,1
перехідний	55-65	0,2-0,4	1,4-2,5	0,02-0,4	0,05-0,2
низинний	55-65	0,2-0.5	1,6-4,0	0,1-0,4	0,02-0,3
Солома	16-24	0,04-0,06	0,5-0,8	0,1-0,2	0,9-1,6
Тирса	25	-	0,20	0,30	0,74
Кора дерева	60	-	0,2-0,3	0,06-0,1	0,07-0,1
Тверді побутові відходи	40-60	0,3-0,6	0,6-1,1	0,5-0,6	0,6-0,8
Лігнин	60-70	-	0,15	0,02	0,02

Вміст поживних елементів в органічному добриві подають в % на абсолютно суху речовину – C_{Oci}. В формулах (1.3 – 1.6) цей показник має розмірність кг/т, так як доза органічних добрив $_{Д_O}$ – т/га. За даним табл. 1.5 визначаємо C_{Oi} за формулою:

$$C_{Oi} = 1000\frac{(100-\omega)C_{Oci}}{100\cdot 100}, \text{ звідси: } C_{Oi} = \frac{(100-\omega)C_{Oci}}{10},$$

де ω – вологість органічних добрив, %, 1000 – кількість кг в одній т, кг/т C_{Oci}– вміст поживного елемента на абсолютно суху речовину.

Значення коефіцієнта використання і поживної речовини із органічного добрива K_{Oi} наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5. – Коефіцієнт використання сільськогосподарськими культурами елементів живлення з гною і мінеральних добрив, % .

Добрива	Рік використання	Культури	N	P_2O_5	K_2O
Органічні (гній, компости)	Перший	Зернові	20-30	25-35	50-60
		Просапні, овочеві	30-40	35-45	60-70
	Другий	Усі культури	12-15	15	25
Мінеральні	Перший	Зернові	40-60	18-20	40-60
		Просапні	50-65	18-22	40-55
		Овочеві	50-70	20-25	60-70
	Другий	Усі культури	10	15	10

Для уточнення рекомендованих норм добрив використовують коригуючий коефіцієнт **А** (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Коригуючі коефіцієнти для рекомендованих норм мінеральних добрив на ґрунтах з різним ступенем забезпеченості рослин елементами живлення.

Ступінь забезпечення рослин	Зернові культури	Зернобобові і багаторічні трави	Просапні культури	Овочеві культури
Для азотних добрив				
Дуже низький	1,3-1,5	0,6	1,3-1,5	1,3
Низький	1,2	0,5	1,2	1,1
Середній	1,0	0,4	1,0	1,0
Підвищений	0,7	0,2	0,7	0,9
Високий	0,5	-	0,5	0,8
Дуже високий	-	-	-	-
Для фосфорних добрив				
Дуже низький	1,3-1,5	1,3-1,5	1,3-1,5	1,3-1,5
Низький	1,0	1,0	1,3	1,3
Середній	1,0	0,7-0,9	1,0	1,2
Підвищений	0,7	0,5-0,6	0,5-0,7	1,0
Високий	0,6	-	0,6	0,6-0,8
Дуже високий	-	-	-	0,6
Для калійних добрив				
Дуже низький	1,3-1,5	1,3-1,5	1,3-1,5	1,3-1,5
Низький	1,1	1,3	1,3	1,2
Середній	0,9	1,0	0,8	1,0
Підвищений	0,5-0,6	0,7-0,8	0,6-0,7	0,9-1,0
Високий	0,5	0,5-0,6	0,6	0,6-0,8
Дуже високий	-	-	-	0,4-0,6

6.2. Аналітичні залежності розрахунку потреби в органічних добривах під запланований урожай за балансовим методом з урахуванням вимог біологізації виробництва.

Загальну норму внесення *NPK* визначають за формулою:

$$Д_{NPK} = \frac{У \cdot В_N - П_{ГN} \cdot К_{ГN} - Д_О \cdot С_{ОN} \cdot К_{ОN}}{К_{ДN}} A_N + \frac{У \cdot В_Р - П_{ГР} \cdot К_{ГР} - Д_О \cdot С_{ОР} \cdot К_{ОР}}{К_{ДР}} A_Р + \\ + \frac{У \cdot В_К - П_{ГК} \cdot К_{ГК} - Д_О \cdot С_{ОК} \cdot К_{ОК}}{К_{ДК}} A_К \qquad (6.2)$$

Використовуючи дані таблиці 1 дозу органічних добрив в розрахунку на 1 га визначають за формулою (т/га):

$$Д_О = \alpha \cdot Д_{NPK} = Д_{NPK} \Big/ \beta \qquad (6.3)$$

де α, β – коефіцієнти біологізації землеробства (табл. 1.1.).

Замість $Д_{NPK}$ в рівняння (6.2) підставимо $Д_О \beta$ і визначимо $Д_О$:

$$Д_О = \frac{\frac{У \cdot В_N - П_{ГN} \cdot К_{ГN}}{К_{ДN}} A_N + \frac{У \cdot В_Р - П_{ГР} \cdot К_{ГР}}{К_{ДР}} A_Р + \frac{У \cdot В_К - П_{ГК} \cdot К_{ГК}}{К_{ДК}} A_К}{\beta + \frac{С_{ОN} \cdot К_{ОN} \cdot A_N}{К_{ДN}} + \frac{С_{ОР} \cdot К_{ОР} \cdot A_р}{К_{ДР}} + \frac{С_{ОК} \cdot К_{ОК} A_р}{К_{ДК}}}. \qquad (6.4)$$

6.3. Практичні приклади проведення розрахуноків потреби в органічних добривах під запланований урожай за балансовим методом з урахуванням вимог біологізації виробництва.

Результати розрахунків наведено таблицю 6.7. За даними якої побудовано графік залежності норми внесення добрив від коефіцієнта біологізації (рис. 6.1).

Таблиця 6.7 – **Результати розрахунків**

Показники	Позначення,	Коефіцієнт біологізації α				
		0,03	0,067	0,125	0,2	1,0
За бальною оцінкою землі на величину програмованої урожайності – 200 ц/га картоплі (метод 1)						
Потреба в органічних добривах, т / га	$Д_О$	7,9	15,1	23,0	29,8	49
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$	263,3	225	184	149	49
За балансовим методом на величину програмованої урожайності – 200 ц/га картоплі (метод 2)						
Потреба в органічних добривах, т / га	$Д_О$	9,5	16,4	22,7	27,3	37
Норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га	$Д_{NPK}$	314,5	245,4	182,7	121,5	37

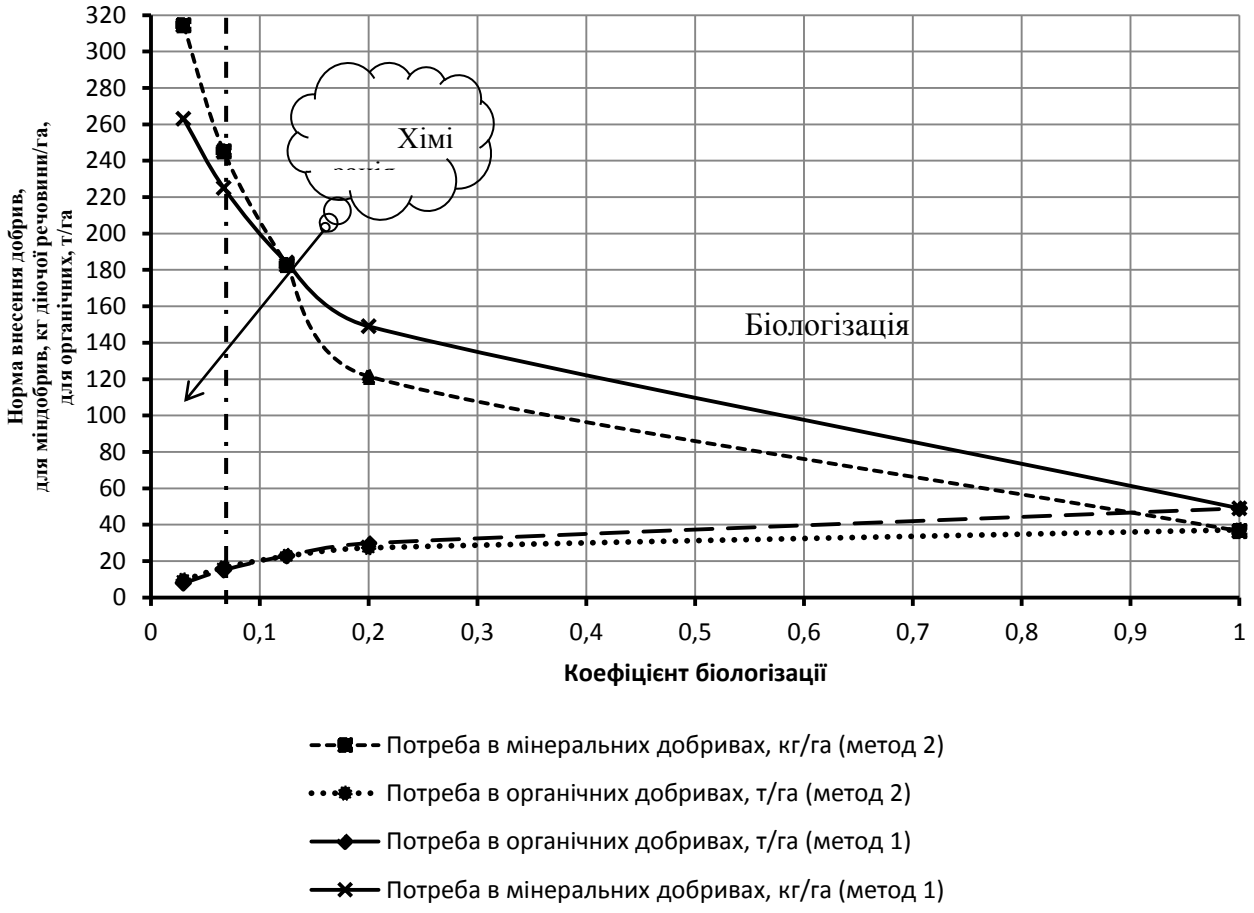


Рис. 6.1. Графік залежності норми внесення добрив від коефіцієнта біологізації.

Тема 7. ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ГОСПОДАРСТВА ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА.

Мета: вміти проводити розрахунки з визначення потреби в органічних добривах балансовим методом для біологізації виробництва та органічного виробництва

Для ***прикладу 1*** господарство, яке знаходиться в лісостеповій зоні загальною площею ріллі *S* в. *№1 =1000* га., в. *№2 =1500* га., в. *№4 =1800* га., в. *№5 =2000* га., в. *№6 =2200* га., в. *№7=2400* га., в. *№8 =2500* га., в. *№9 =2800* га., в *№10 =3000* га., в. *№11 =3200* га., в. *№12 =3500* га., в. *№13 =3600* га., в. *№14 =3800* га., в. *№15 =3900* га., в. *№16 =4000* га., в. *№17 =4200* га., в. *№18 =4500* га., в. *№19 =4800* га., в. *№20 =5000* га., в. *№21 =5200* га., в. *№22 =5500* га., в. *№23 =5800* га., в. *№24 =6000* га., в. *№25 =6200* га., в. *№26 =6500* га., *№27 =6800* га., *№28 =7000* га., *№29 =7200* га., *№30 =7500* га., В господарстві вирощуються такі сільськогосподарські культури: зернові та зернобобові – S_1 га, кукурудза на зерно – S_2 га, соняшник – S_3 га, кормові культури – S_4 га, та тварини: велика рогата худоба – $n_к$ (ум. голів), свині – n_c (ум. голів). Компостування не використовується, $M_{о.в.} = 0$ (традиційна система виробництва)

Необхідно визначити величини посівних площ зайнятих під вказаними культурами, та оптимальну кількість вказаних видів тварин для впровадження органічного землеробства.
З умови задачі маємо шість невідомих. Для того, щоб розв'язати систему рівнянь необхідно встановити закономірності вирощування сільськогосподарських культур в господарстві та видів тварин. Так, встановлено, що $S_2 = S_1$, а $S_3 = 0{,}5\ S_1$, $\frac{n_к}{n_c} = 3$, $t_п$ = 165 діб, $t_л$ =200 діб, умови органічного землеробства не розповсюджуються на кормові культури.
Для розв'язання системи рівнянь в табл. 7.1 подано необхідні показники.

Таблиця 7.1 – Основні допоміжні показники для розв'язання системи рівнянь.

Показники	Позначення, (№ формули)	Зернові та 78ерно бо-бові культури	Куку-рудза на зерно	Соняш-ник	Кормові куль-тури
1. Урожайність, т/га	$У$	4,0	6,0	2,0	15,0
2. Маса пожнивних решток т/га	$П_р$	5,0	15,0	-	-
3. Коефіцієнт товарної продукції	k_m	0,5	0,6	1,0	0
4. Кількість кормових одиниць в 1 кг корму, к.о./кг пожнивних решток, к.о./кг	k_o k_{on}	1,2 -	1,1 0,1	0,86 -	0,15 -
5. Втрати маси гною в процесі його зберігання, %.	$П$	30	30	30	30
6. Коефіцієнт біологізації	β	0	0	0	0

Звітність з роботи
1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Результати розрахунків.
Таблиця 7. 2 – Характеристика господарства.

№ з/п	Показники	Значення показника β			
		0	5	8	15
1	2	3		4	
1	Площа ріллі, га (%)				
	в т.ч. зернові та зернобобові культури				
	кукурудза на зерно				
	соняшник				
	кормові культури				
2	Продукція рослинництва, т зернові та зернобобові культури				
	в т.ч. на реалізацію				
	солома				
	кукурудза на зерно				
	в т.ч. на реалізацію				
	пожнивні рештки				
	соняшник (під реалізацію)				
	кормові культури				
3.	Вироблено кормів, тис. к.о.				
	в т.ч. зернові та зернобобові культури				
	кукурудза на зерно				
	т.ч. пожнивні залишки				
	соняшник				
	кормові культури				
4	Продукція тваринництва, ум. гол. ВРХ				
	свині				
5	Продукція тваринництва, гол. ВРХ				
	свині				
6	Продукція тваринництва, т ВРХ				
	свині				
7	Потреба в кормах, тис. к.о. ВРХ				
	свині				
8	Потреба в органічних добривах, т зернові та зернобобові культури				
	кукурудза на зерно				
	соняшник				
	кормові культури				
9	Вироблено органічних добрив, т ВРХ				
	свині				

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомитися з основними вимогами до органічного виробництва
2. Опрацювати методи аналітичних розрахунків для для програмування структури господарства для органічного виробництва.
3. Ознайомитися з практичним використання аналітичних залежностей для проведення розрахунків.

Теоретичні відомості

7.1. Основні вимоги до господарства для отримання екологічно-чистої продукції рослинництва.

Згідно Статті 18 Закону України №2496-VIII від 10.07.2018, Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції

вимогами до органічного рослинництва є:

- застосування для захисту рослин переважно агротехнічних, біологічних, механічних і фізичних методів з урахуванням відповідних сівозмін, а також шляхом вибору відповідних видів та сортів, стійких до шкідників і хвороб;
- використання під час вирощування та обробки рослин методів, що оптимізують біологічну активність ґрунтів, забезпечують збалансоване постачання поживних речовин рослинам, у тому числі використання живих мікроорганізмів;
- використання ґрунтозахисних технологій вирощування рослин, що запобігають виникненню у ґрунті ерозійних чи інших деградаційних процесів;
- використання добрив, меліорантів, матеріалів мікробіологічного, рослинного чи тваринного походження та інших речовин, що застосовуються для підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур, для поліпшення якості рослинницької продукції, які розщеплюються біологічно, за умови що вони внесені до Переліку речовин (інгредієнтів, компонентів), що дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях;
- використання неорганічних засобів захисту рослин, меліорантів, регуляторів росту рослин лише у порядку та обсягах, визначених законодавством у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції, за умови що вони внесені до Переліку речовин (інгредієнтів, компонентів), що дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях;
- заборона використання мінеральних азотних добрив;
- регулярне очищення та дезінфекція приміщень та споруд, що використовуються для органічного рослинництва речовинами, що дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях;
- використання для сівби органічного насіння та використання для посадки органічного садивного матеріалу, крім випадків, встановлених цим Законом;
- здійснення біологічного контролю за шкідниками та хворобами рослин.
- в органічному рослинництві дозволяється використання біодинамічних препаратів.

7.2. Методика розрахунку структури господарства для впровадження органічного виробництва.

Враховуючи структуру рослинництва в господарстві необхідна маса органічних добрив для ведення органічного землеробства визначається за формулою:

$$Д_{о1}S_1 + Д_{о2}S_2 + ...Д_{оn}S_n = \sum_{i=1}^{n} Д_{оi}S_i \qquad (7.1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} Д_{оi}S_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{100\alpha\left(У_i - Б_i \cdot Ц_{Бi}A_i\right)}{О_{м\,i} + 100\alpha O_{оi}A_i}S_i \qquad (7.2)$$

де i - сільськогосподарська культура; S_i- площа ріллі яку займає сільськогосподарська культура; $Д_{NPK}$ - норма збалансованого *NPK* для одержання програмного врожаю, кг/га; $У$ - програмна врожайність, ц/га; $Б$ - бал бонітету ґрунту (табл 5.3); $Ц_Б$ - урожайна ціна бала ґрунту (табл. 5.4); $Д_о$ - доза органічних добрив, т/га; $О_о$ - окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю (табл. 5.5); $О_м$ - окупність 1 ц діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю (табл 5.5); $А$ - поправочний коефіцієнт на групу ґрунту, α, β - коефіцієнти біологізації землеробства (табл. 5.1, 5,6).

Поправочний коефіцієнт *А:*

- дуже низький вміст поживних речовин - 1,5
- низький вміст поживних речовин - 1,2
- середній вміст поживних речовин - 1,0
- підвищений вміст поживних речовин - 0,7

За умови використання компостування для отримання органічних добрив маса органічних добрив, які виробляються в господарстві визначається за формулою:

$$M_o = \sum M_{п.г.j} + M_{о.в.} \qquad (7.3)$$

де M_o – маса органічних добрив, які виробляються в господарстві, т; $\sum M_{п.г.j}$ – маса гною, яка виробляється в господарстві, т; j – вид тварин; $M_{о.в.}$ – маса інших органічних відходів, які використовуються для компостування (торф, сапропель, інші відходи органічного походження), т.

Для розрахунку маси підстилкового гною, який нагромаджується в господарстві від різного виду тварин зручно користуватися середніми даними по виходу суміші кала і сечі від умовної голови (жива вага 500 кг), який складає у великої рогатої худоби в середньому 55 кг/ ум. гол. за добу і 11,1 кг/ум. гол у свиней і використовують формулу:

$$M_{п.г.} = n\left[M_e t + M_n\left(t_n + \frac{t_л}{3}\right)\right] \cdot \frac{100 - П}{100},$$

де $M_{п.г.}$ – вихід підстилкового гною, кг; M_e – маса екскрементів від однієї умовної голови, кг/добу; n – кількість тварин в умовних головах; t_n, $t_л$– відповідно тривалість утримання тварин в приміщеннях і літніх таборах, діб; t = 365 діб; $П$ – втрата маси гною в процесі його зберігання, %; M_n – маса підстилки за добу на одну тварину кг/ ум. гол. (табл. 1.5);

Відповідно до загальновідомих даних *коефіцієнт переводу в умовні голови* подано в п. 1.4. (*велика рогата худоба* – 0,8; *свині* – 0,2; *вівці* – 0,1; *коні* – 0,5. Найкраще в процесі перерахунку різного виду поголів'я тварин в умовну голову використовувати дані періодичного зважування тварин, після чого їх загальну масу поділити на 500, що дає кількість тварин в умовних головах).

Загальна маса гною, яка виробляється в господарстві різними видами тварин визначається за формулою (т):

$$\sum_{j=1}^{n} M_{n.г.j} = \sum_{j=1}^{n} n_j \left[M_{e\,j} t + M_{n\,j} \left(t_{nj} + \frac{t_{лj}}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П_j}{100000} \qquad (7.4)$$

Тоді $$M_o = \sum_{j=1}^{n} n_j \left[M_{e\,j} t + M_{n\,j} \left(t_{nj} + \frac{t_{лj}}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П_j}{100000} + M_{о.в.} \qquad (7.5)$$

Необхідна кількість кормів (в кормових одиницях) для утримання сільськогосподарських тварин визначається за формулою:

$$\sum_{j=1}^{n} К_{oj} = \sum_{j=1}^{n} n_j k_{oj}\,, \qquad (7.6)$$

де k_{oj} – потреба в кормах j – го виду тварин, к.о./ум. гол. (для ВРХ – 5500 к.о./ум. гол., свиней – 4500 к.о./ум. гол., вівці – 6500 к.о./ум. гол.; коні – 11000 к.о./ум. гол.

Кількість кормів (в кормових одиницях) отриманих в результаті вирощування сільськогосподарських культур визначається за формулою:

$$\sum_{i=1}^{n} К_{oi} = \sum_{i=1}^{n} \left[У_i k_{oi} (1 - k_{Ti}) + П_{pi} k_{oni} \right] S_i \qquad (7.7)$$

де k_{oi} – кількість кормових одиниць в 1 кг урожаю i - тої культури, к.о./кг;

k_{Ti} – коефіцієнт товарної продукції(відношення маси врожаю i - тої культури призначеного для продажу до загальної маси врожаю);

$П_{pi}$ – маса пожнивних решток в урожаї i - тої культури призначених на корм тваринам;

k_{oni} – кількість кормових одиниць в 1 кг пожнивних решток i – тої культури, к.о./кг;

Умовою органічного землеробства є:

$$\sum_{i=1}^{n} Д_{oi} S_i \le M_o \text{; або}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{100\alpha \left(У_i - Б_i \cdot Ц_{Бi} A_i \right)}{O_{мi} + 100\alpha O_{oi} A_i} S_i \le \sum_{j=1}^{n} n_j \left[M_{e\,j} t + M_{n\,j} \left(t_{nj} + \frac{t_{лj}}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П_j}{100000} + M_{о.в.};$$

$$\sum К_{o\,j} \le \sum_{i=1}^{n} К_{oi}\,; \qquad (7.8)$$

$$\alpha \ge 0{,}067\,.$$

З метою обґрунтування оптимальної структури посівних площ та поголів'я худоби господарства для органічного землеробства записуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} S = \sum_{i=1}^{n} S_i \\ \sum_{i=1}^{n} Д_{on} S_i - M_o = 0 \\ \sum_{i=1}^{n} \left[У_i k_{oi} (1 - k_{Ti}) + П_{pi} k_{oni} \right] S_i - \sum_{j=1}^{n} n_j k_{oj} = 0 \end{cases} \qquad (7.9)$$

звідси:

$$\begin{cases} S=\sum_{i=1}^{n} S_i \\ \sum_{i=1}^{n} \frac{100\alpha\left(У_i - Б_i \cdot Ц_{Бі} A_i\right)}{О_{мі} + 100\alpha O_{oi} A_i} S_i - \left(\sum_{j=1}^{n} n_j \left[M_{e\,j} t + M_{n\,j} \left(t_{nj} + \frac{t_{лj}}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П_j}{100000} + M_{о.в.} \right) = 0 \\ \sum_{i=1}^{n} \left[У_i k_{oi} (1 - k_{Ti}) + П_{pi} k_{oni} \right] S_i - \sum_{j=1}^{n} n_j k_{oj} = 0 \end{cases} \quad (7.10)$$

В систему рівнянь 7.10 замість α підставимо $\frac{1}{\beta}$ і отримаємо:

$$\begin{cases} S=\sum_{i=1}^{n} S_i \\ \sum_{i=1}^{n} \frac{100\left(У_i - Б_i \cdot Ц_{Бі} A_i\right)}{О_{мі}\beta + 100 O_{oi} A_i} S_i - \left(\sum_{j=1}^{n} n_j \left[M_{e\,j} t + M_{n\,j} \left(t_{nj} + \frac{t_{лj}}{3} \right) \right] \cdot \frac{100 - П_j}{100000} + M_{о.в.} \right) = 0 \\ \sum_{i=1}^{n} \left[У_i k_{oi} (1 - k_{Ti}) + П_{pi} k_{oni} \right] S_i - \sum_{j=1}^{n} n_j k_{oj} = 0 \end{cases}$$

(7.11)

Система рівнянь (7.11) є математичною моделлю органічного землеробства яка враховує структуру посівних площ, структуру тваринництва господарства для отримання

Отримана система рівнянь є математичною моделлю органічного землеробства, яка враховує структуру посівних площ, структуру тваринництва господарства для отримання гною, масу інших органічних відходів органічного походження, які можна використовувати для отримання органічних добрив та «Концепцію біологізації землеробства для отримання екологічно чистої продукції».

Розв'язком даної системи рівнянь є оптимальна структура посівних площ сільськогосподарських культур та поголів'я худоби в господарстві для ведення органічного землеробства.

Дана система має три рівняння і невідомі параметри, кількість яких рівна кількості культур плюс кількість видів тварин, які вирощуються в господарстві та маса інших відходів органічного походження, які можна використовувати для компостування.

Для розв'язання даної системи рівнянь необхідно зробити певні припущення, щоб кількість невідомих значень дорівнювала кількості рівнянь в системі, як показано на прикладах нижче в п. 7.3.

7.3 Приклади розрахунків основних характеристик господарства для впровадження системи органічного виробництва.

Для ***прикладу 1*** господарство, яке знаходиться в лісостеповій зоні загальною площею ріллі *S = 3000* га. В господарстві вирощуються такі сільськогосподарські культури: зернові та зернобобові – S_1 га, кукурудза на зерно – S_2 га, соняшник – S_3 га, кормові культури – S_4 га, та тварини: велика рогата худоба – $n_к$ (ум. голів), свині – $n_с$ (ум. голів). Компостування не використовується, $M_{о.в.} = 0$ (традиційна система виробництва)

Необхідно визначити величини посівних площ зайнятих під вказаними культурами, та оптимальну кількість вказаних видів тварин для впровадження органічного землеробства.

З умови задачі маємо шість невідомих. Для того, щоб розв'язати систему рівнянь необхідно встановити закономірності вирощування сільськогосподарських культур в господарстві та видів тварин. Так, встановлено, що $S_2 = S_1$, а $S_3 = 0{,}5\ S_1$, $\frac{n_к}{n_c} = 3$, $t_n = 165$ діб, $t_л = 200$ діб, умови органічного землеробства не розповсюджуються на кормові культури. Для розв'язання системи рівнянь в табл. 7.1 подано необхідні показники.

Керуючись умовами задачі та табл. 7.1 запишемо систему рівнянь (7.10) у вигляді:

$$\begin{cases} S_1 + S_1 + 0{,}5S_1 + S_4 - 3000 = 0 \\ 9{,}3S_1 + 29{,}1S_1 + 0{,}5 \cdot 14{,}3S_1 + 0S_4 - n_к\left[55 \cdot 365 + \frac{5}{0{,}8}(165 + \frac{200}{3}\right]\frac{100-30}{100000} - \\ -\frac{n_к}{3}\left[11 \cdot 365 + \frac{1}{0{,}2}(165 + \frac{200}{3}\right]\frac{100-30}{100000} = 0 \\ 4000 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2S_1 + (6000(1-0{,}6)1{,}1 + 15000 \cdot 0{,}1)S_1 + 0S_3 + 15000 \cdot 0{,}15(3000 - 2{,}5S_1) - \\ -5500n_к - \frac{4500}{3}n_к = 0 \end{cases} \quad (7.12)$$

Звідси

$$\begin{cases} 2{,}5S_1 + S_4 - 3000 = 0 \\ 45{,}55S_1 - 16{,}2n_к = 0 \\ 920S_1 + 6750000 - 7000n_к = 0 \end{cases} \quad (7.13)$$

Розв'язком системи рівнянь (1.33) є $S_1 = 359{,}5$ га, $S_4 = 2101{,}25$ га, $n_к = 1011$ ум. гол. Звідси S_2=359,5 га, S_3=359,5:2=179,75 га, n_c =1011:3=337 ум. гол.

Проектна характеристика господарства з використанням принципів органічного землеробства наведена в табл. 7.2.

Таблиця 7.3 – Основні допоміжні показники для розв'язання системи рівнянь.

Показники	Позначення, (№ формули)	Зернові та зернобобові культури	Кукурудза на зерно	Соняшник	Кормові культури
1. Урожайність, т/га	$У$	4,0	6,0	2,0	15,0
2. Маса пожнивних решток т/га	$П_р$	5,0	15,0	-	-
3. Коефіцієнт товарної продукції	k_m	0,5	0,6	1,0	0
4. Кількість кормових одиниць в 1 кг корму, к.о./кг пожнивних решток, к.о./кг [9]	k_o k_{on}	1,2 -	1,1 0,1	0,86 -	0,15 -
5. Втрати маси гною в процесі його зберігання, %.	$П$	30	30	30	30

Для розв'язання ***прикладу 2*** візьмем умову та завдання з ***прикладу 1***, а також в господарстві впроваджено виробництво органічних добрив компостуванням. Маса інших відходів, які використовуються для компостування складає $\frac{1}{3}$ від маси гною який виробляється в господарстві : $M_{о.в.} = \frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n} M_{п.г.j}$.

Керуючись системою рівнянь (7.10.), а також з системи рівнянь (7.13),

де $\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n} M_{n.г.j} = \frac{1}{3}16{,}2n_к = 5{,}4n_к$.

Для вирішення завдання запишемо систему рівнянь, виходячи з системи рівнянь (7.10) і (7.13):

$$\begin{cases} 2{,}5S_1 + S_4 - 3000 = 0 \text{ (4.3)} \\ 45{,}55S_1 - (16{,}2n_к + 5{,}4n_к) = 0 \\ 920S_1 + 6750000 - 7000n_к = 0 \end{cases} \quad (7.14)$$

Або:

$$\begin{cases} 2{,}5S_1 + S_4 - 3000 = 0 \\ 45{,}55S_1 - 21{,}6n_к = 0 \\ 920S_1 + 6750000 - 7000n_к = 0 \end{cases} \quad (7.15)$$

Розв'язком системи рівнянь (1.35) є S_1 = 487 га, S_4 = 1782,5 га, $n_к$ = 1026 ум. гол. Звідси S_2 = 487 га, S_3 =487:2=243,5 га, n_c = 1026:3=342 ум. гол.

Проектна характеристика господарства з використанням принципів органічного землеробства та виробництва органічних добрив компостуванням наведена в табл. 7.4.

Встановлено, що впровадження органічного землеробства можливе в господарствах тваринницького напрямку. Це підтверджується приведеним прикладом, де в структурі посівних площ питома вага кормових культур становить 70 % від загальної площі ріллі за традиційною технологією отримання органічних добрив. Впровадження компостування для отримання органічних добрив суттєво змінює структуру посівних площ, де площа під кормовими культурами зменшується від 70% до 60%, а поголів'я тварин в господарстві суттєво не змінюється.

Таблиця 7.4 – Характеристика господарства.

№ з/п	Показники	Значення показника	
		Приклад 1	Приклад 2
1	2	3	4
1	Площа ріллі, га (%)	3000 (100)	3000 (100)
	в т.ч. зернові та зернобобові культури	359,5 (12)	487 (16)
	кукурудза на зерно	359,5 (12)	487 (16)
	соняшник	179,75 (6)	243,5 (8)
	кормові культури	2101,25 (70)	1782,5 (60)
2	Продукція рослинництва, т зернові та зернобобові культури	1438	1948
	в т.ч. на реалізацію	719	974
	солома	1797,5	2435
	кукурудза на зерно	2157	2922
	в т.ч. на реалізацію	1294	1753
	пожнивні рештки	5392,5	7305
	соняшник (під реалізацію)	359,5	487
	кормові культури	31518,75	26737,5
3.	Вироблено кормів, тис. к.о.	7078	7196
	в т.ч. зернові та зернобобові культури	862	1169
	кукурудза на зерно	1488	2016

	т.ч. пожнивні залишки	539	730,5
	соняшник	-	-
	кормові культури	4728	4011
4	Продукція тваринництва, ум. гол. ВРХ	 1011	 1027
	свині	337	342
5	Продукція тваринництва, гол. ВРХ	 1264	 1284
	свині	1685	1710
6	Продукція тваринництва, т ВРХ	 505,5	 513,5
	свині	168,5	171
7	Потреба в кормах, тис. к.о. ВРХ	7078 5561	7188 5649
	свині	1517	1539
8	Потреба в органічних добривах, т зернові та зернобобові культури	16374 3343	22183 4529
	кукурудза на зерно	10461	14172
	соняшник	2570	3482
	кормові культури	-	-
9	Вироблено органічних добрив, т ВРХ	16378 15165	22183 15405
	свині	1213	1233
	інші відходи для компостування	-	5545

ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Вимоги техніки безпеки – це сукупність правил і прийомів, виконання яких створює сприятливі умови праці на сільськогосподарських машинах, попереджає нещасні випадки і травми людей, які обслуговують ці машини.

Стан приміщень і технологічного обладнання має відповідати вимогам, що гарантують безпечне виконання робіт, а також забезпечують потрібний рівень виробничої санітарії та гігієни.

Навчальне приміщення, в якому знаходиться сільськогосподарська техніка, забезпечують плакатами, застережними написами, а також основними витягами з інструкцій з техніки безпеки та пожежної безпеки.

Електричні проводи, труби для подачі повітря, води для живлення обладнання укладають тільки в місцях, де виключено їх механічне пошкодження. Всі магістралі не повинні створювати перешкод для вільного пересування студентів і науково-педагогічних працівників.

Щоб запобігти забрудненню повітря відпрацьованими газами, в приміщенні має бути обладнана система відведення газів. Місця з'єднання системи з вихлопною трубою двигуна повинні бути міцними і не допускати проникнення газів у приміщення.

Пересувні установки комплектуються справним інструментом, засобами пожежогасіння, захистом від електростатичної напруги, а також аптечкою першої допомоги.

До роботи з обладнанням допускаються найбільш досвідчені та кваліфіковані працівники, добре знають будову обладнання, засвоїли правила техніки безпеки та пройшли відповідний інструктаж. Відповідальність за техніку безпеки з експлуатації обладнання несе завідувач кафедри, а на пересувних установках – майстер виробничого навчання.

ТЕСТОВІ ПИТАННЯ

1. В середньому в 1 т гною міститься калію
2. Безпідстилковий послід, який отримують при клітковому утриманні курей містить води
3. Безпідстилковий послід, який отримують при клітковому утриманні курей містить загального азоту
4. Безпідстилковий послід, який отримують при клітковому утриманні курей містить фосфору
5. Безпідстилковий послід, який отримують при клітковому утриманні курей містить калію
6. Підстилковий, який отримують при утриманні курей на підлозі з використанням підстилки містить води
7. Підстилковий, який отримують при утриманні курей на підлозі з використанням підстилки містить загального азоту
8. Підстилковий, який отримують при утриманні курей на підлозі з використанням підстилки містить фосфору
9. Підстилковий, який отримують при утриманні курей на підлозі з використанням підстилки містить калію
10. Умовна голова худоби вважається коли жива маса складає
11. Вихід суміші кала і сечі від умовної голови за добу складає у великої рогатої худоби
12. Вихід суміші кала і сечі від умовної голови за добу складає у свиней
13. Норма внесення компосту
14. Одна тонна соломи вміщає в середньому… азоту
15. В середньому вихід напівперепрілого гною на одну умовну голову за рік, з урахуванням накопичення в літніх таборах та на вигульних майданчиках складає
16. Під час виготовлення торфогнойових компостів компоненти змішують в співвідношенні
17. В літній період термін компостування
18. В зимовий період термін компостування
19. Компостні черв'яки в органічному субстраті називається
20. Одиниця площі вермикультури розміром 2м х 1м (для промислового вермикультивування) називається
21. Речовина біологічного походження, яка складається з організмів компостних черв'яків.
22. Вермикультивування на відкритих майданчиках характерне тим, що вермикультивування проходить в умовах навколишнього середовища в буртах висотою
23. Вермикультивування на відкритих майданчиках характерне тим, що вермикультивування проходить в умовах навколишнього середовища в буртах шириною
24. Вермикультивування на відкритих майданчиках характерне тим, що вермикультивування проходить в умовах навколишнього середовища в буртах при температурі
25. Для заселення буртів черв'яками необхідно переконатись у відповідності всіх параметрів базового субстрату, оптимальному рівню: закінченості стадії ферметації C/N =
26. Для заселення буртів черв'яками необхідно переконатись у відповідності всіх параметрів базового субстрату, оптимальному рівню: реакції середовища pH =
27. В основному, підкормку черв'яків свіжим субстратом проводять через конкретну кількість діб

28. В основному, підкормку черв'яків свіжим субстратом проводять через конкретну кількість діб розстеляючи його по поверхні вермикомпосту товщиною до… вручну, або за допомогою технічного засобу для закладання буртів.
29. У вермикультивуванні наступають періоди, коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимально допустиму норму … і виникає необхідність частину черв'яків вибирати із культури.
30. При повному вибиранні вище проведену процедуру повторяють 3-4 рази і відбирають до … черв'яків, які в подальшому використовуються в виробничих цілях (заселення нових лож, їх реалізація, використання на корм сільськогосподарським тваринам і птиці).
31. Органічна речовина складає загальної кількості сухої речовини рідкого гною.
32. Газ, що виділяється під час анаеробного бродіння гною складається в основному… з метану
33. Залежно від температури, при якій відбувається зброджування, розрізняють тип процесу – так званий мезофільний, який відбувається при температурі …
34. Залежно від температури, при якій відбувається зброджування, розрізняють тип процесу – так термофільний, який відбувається при температурі
35. Встановлено оптимальне значення pH для метаноутворюваних бактерій знаходиться в межах … і що дані бактерії дуже чутливі до зміни даного показника
36. Для зливу зброджені маси і герметизації ємності (для запобігання виходу біогазу) служить
37. Для нагромадження активної анаеробної маси та утримання легких органічних фракцій (солома, клітковина) в середині зброджуваної маси, що зменшує швидкість утворення кірки на поверхні біореактора і пришвидшує розпад цих органічних речовин призначений
38. Гідрозатвор розрахований на тиск біогазу до … водного стовпа.
39. Для попереднього накопичення і стабілізації тиску газу над зброджувальною рідиною призначений
40. Для підтримання стабільного тиску в газовій камері призначений

41. Вологість твердої фракції гною
42. Вологість напіврідкої фракції гною
43. Вологість рідкої фракції гною
44. За ступенем розкладання гною солома має темно-коричневий колір і легко розривається
45. За ступенем розкладання гною солома має вид чорнуватої маслянистої маси і наявність соломи в ній непомітно
46. Гній - сипка чорна маса називається
47. У стадії розкладання перегній гній втрачає до … маси і сухої органічної речовини.
48. Солому на підстилку краще використовувати в вигляді січки довжиною
49. В середньому в 1 т гною міститься азоту
50. В середньому в 1 т гною міститься фосфору
51. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації α = 0,2-0,125
52. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації α = 0,125-0,067
53. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації α = 1-0,2
54. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації α = більше 0,03
55. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації α = 0,067-0,03
56. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = 0
57. За яким методом використовують формулу визначення норми внесення мінеральних добрив на величину програмованої урожайності

$$Д_{NPK} = 100\frac{У - (Б \cdot Ц_Б + Д_о \cdot О_о)А}{О_м}$$

58. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = 5…8

59. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = 8…15 0,125-0,067
60. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = 1-5
61. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = більше 30
62. Характер дії на землеробство коефіцієнта біологізації β = 15-30
63. За яким методом використовують формулу визначення норми внесення мінеральних добрив на величину програмованої урожайності

$$Д_i = \frac{У \cdot В_i - П_{Гі} \cdot К_{Гі} - Д_О \cdot С_{Оі} \cdot К_{Оі}}{К_{Ді}} A_i$$

64. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у жита озимого
65.Яке відношення нетоварної продукції до товарної у пшениці
66. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у ячменю
67. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у кукурудзи
68. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у гречки
69. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у гороху
70. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у цукрового буряку
71. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у соняшнику
72. Яке відношення нетоварної продукції до товарної у картопля
73. Згідно Статті 18 Закону України №2496-VIII від 10.07.2018, Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції вимогами до органічного рослинництва є:
74. Згідно Статті 18 Закону України №2496-VIII від 10.07.2018, Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції вимогами до органічного рослинництва є:
75. Яка назва коефіцієнтів α, β
76. Під біологічним вважається …
77. Екологічне землеробство …
78. Органічне землеробство …
79. Виробництво органічної продукції (сировини)…
80. Органічне виробництво …
81. Органічна продукція …
82. Органічне рослинництво …
83. Концепція біологізації землеробства…
84. Коефіцієнт біологізації землеробства - α
85. Коефіцієнт біологізації землеробства – β

ДОДАТОК

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Аеробний спосіб компостування - коли в процесі переробки додається кисень та, за потребою, волога, глина, солома чи торф.

Акумулятор газу - призначений для попереднього накопичення і стабілізації тиску газу над зброджувальною рідиною.

Анаеробний спосіб компостування - органічні матеріали укладаються дуже щільно, і кисень відсутній у процесі компостування.

Б

Базовий субстрат - продукт переробки органічного субстрату (гній, відходи органічного походження, органічні рештки тощо), який використовується для подальшої переробки вермикультурою.

Біогумус - високоефективне екологічно чисте добриво пролонгованої дії, яке одержують шляхом мікробіологічного розкладу органічного субстрату (гній, відходи органічного походження, рослинні рештки тощо) і переробки його на кінцевій стадії особливим видом черв'яка (червоний каліфорнійський гібрид).

Біомаса - речовина біологічного походження, яка складається з організмів компостних черв'яків.

В

Вермикультура - компостні черв'яки в органічному субстраті.

Вермикультивування - штучне розведення компостних черв'яків.

Вермикомпостування - технологія отримання біогумусу та біомаси компостних черв'яків.

Вермикомпост - перероблений гумус, органічний субстрат та компостні черв'ки, які знаходяться в ньому.

Виробництво органічної продукції (сировини) – виробнича діяльність фізичних або юридичних осіб (у тому числі з вирощування та переробки), де під час такого виробництва *виключається застосування* хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки) застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів.

Вологість гною *– частка води в гної в відсотках до загальної маси.*

Г

Гідрозатвор - призначений для зливу зброджені маси і герметизації ємності (для запобігання виходу біогазу).

Гній - *органічні відходи тваринницької ферми.*

Зародки компостних черв'яків - розміщені в коконі запліднені яйця черв'яків, в яких проходить процес розвитку.

І

Імобілізатор - слугує для нагромадження активної анаеробної маси та утримання легких органічних фракцій (солома, клітковина) в середині зброджуваної маси, що зменшує швидкість утворення кірки на поверхні біореактора і пришвидшує розпад цих органічних речовин.

К

Каліфорнійський червоний черв'як - гібрид, селекційований на основі гнойового черв'яка. Має високі продуктивні властивості і більшу тривалість життя.

Коефіцієнт переводу в умовні голови - *коефіцієнт який використовується для переводу в умовні голови для видів тварин.*

Коефіцієнт біологізації землеробства – відношення між масою мінеральних добрив і органічних добрив які вносяться в ґрунт.

Кокон - щільна слизиста оболонка (муфта), яка починає формуватися на пояску компостного черв'яка після запліднення. Муфта заповнена високопоживним білковим кормом для зародків компостних черв'яків і пізніше скидається з тіла черв'яка. Кокон має довжину від 3 мм до 4 мм та ширину від 2 мм до 3 мм. Свіжі кокони нагадують анфору і мають жовто-зелений колір. В коконах розвивається від 2 до 22 зародків.

Компост від латинського слова *compositus* – «складовий» є органічними добривами які утворилися внаслідок розкладання органічних речовин мікроорганізмами.

Компостування як спосіб виробництва органічних добрив застосовується в першу чергу при переробці підстилкового гною, а також для термобіологічного знезараження твердої фракції безпідстилкового гною.

Компостні черв'яки - особливий вид черв'яка (червоний каліфорнійський гібрид) та інші представники групи дощових черв'яків, які використовуються як біологічний агент виробництва біогумусу.

Копроліти (випорожнення черв'яків) - речовина органічного походження, що утворюється в кишківниках компостних черв'яків під час переробки ними базового субстрату і яка є основною складовою частиною біогумусу. Копроліти мають грануло подібну (грудкувату) форму, що надає біогумусу сипкості. Під впливом води і повітря гранули копролітів руйнуються повільно, що забезпечує пролонговану дію біогумусу.

Л

Ложе - одиниця площі вермикультури розміром 2 м х 1 м (для промислового вермикультивування).

О

Осади стічних вод – цінне органічне добриво, що утворюється на очисних спорудах.

Органічні відходи - *р*ечовина і матеріали рослинного і тваринного походження, що утворилася в процесі сільськогосподарського виробництва, накопичується у звалищах і відстійниках, не використовуються в подальшому за місцем зберігання, від яких власник позбавляється або має намір чи зобов'язаний позбавлятися шляхом утилізації, видалення чи захоронення.

Органічне землеробство – це система землеробства, метою якої є баланс між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища з метою забезпечення збереження якості земель для майбутніх поколінь. Практично це система, *яка повністю або в основному виключає* використання: синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту, кормових добавок до раціону тварин та інших потенційно небезпечних речовин.

Органічне виробництво - сертифікована діяльність, пов'язана з виробництвом сільськогосподарської продукції (у тому числі всі стадії технологічного процесу, а саме первинне виробництво (включаючи збирання), підготовка, обробка, змішування та пов'язані з цим процедури, наповнення, пакування, переробка, відновлення та інші зміни стану продукції), що провадиться із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції;

Органічна продукція - сільськогосподарська продукція, у тому числі харчові продукти та корми, отримані в результаті органічного виробництва;

Органічне рослинництво - органічне виробництво, пов'язане з вирощуванням культурних рослин, а також заготівлею об'єктів рослинного світу із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції;

П

Підстилка - тваринницьких приміщеннях і на вигулах використовують підстилкові матеріали.

Підстилкові матеріали - органічні матеріали подрібнену солому, торфокришку, тирсу яка використовується для підстилки при утримання тварин.

Підстилковий гній - процесі утримання сільськогосподарських тварин і птиці з

використанням підстилки.

Пташиний послід – органічні відходи при утримання птиці.

С

Сапропелі – комплексні відкладення органічних і мінеральних речовин на дні непроточних або слабо проточних відкритих водойм.

Січка *– подрібнена солома.*

Сирий біогумус - продукт переробки вермикомпосту шляхом відділення біомаси черв'яків.

Стратифікація - процес нормалізації умов середовища базового субстрату протягом місяця після його закладки в ложі.

Субстрат - корм для черв'яків, підготовлений з органічних відходів природного походження методом компостування.

Суха речовина гною *– гній вологістю 0 %.*

Т

Товарний біогумус - продукт переробки сирого біогумусу одержаний шляхом підсушування його до вологості від 50% до 60% і відокремлення фракцій від 1 мм до 3 мм, в яких домінують копроліти черв'яків.

У

Умовна голова *– кількісний показник у тваринництві приведений до 500 кг живої маси.*

ЗМІСТ

Вступ …….. **3**
1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ……. **3**
2. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ …… **3**
3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ…… **3**
4. СТРУКТУРА ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ……. **4**
5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ…….. **4**
6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ…… **5**
7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ……... **5**
8. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ……. **5**
9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ…….. **6**
10. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ…… **7**
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ……. **7**
Змістовий модуль 1. Проектування технологічних процесів виробництва твердих і рідких органічних добрив…….. **8**
Тема 1. ПРОЕКТНІ РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ПІДСТИЛКОВОГО ГНОЮ……. **8**
Тема 2. ПРЕКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПОСТУВАННЯ……..... **17**
Тема 3. РОЗРАХУНОК ВЕРМИГОСПОДАРСТВА ТА ВИРОБНИЦТВО БІОГУМУСУ……. **28**
Тема 4. ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА РІДКОГО ГНОЮ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АНАЕРОБНОГО БРОДІННЯ РІДКОГО ГНОЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ДОБРИВ……. **44**
Змістовий модуль 2. Проектні рішення в біологічному та органічному землеробстві……. **60**
Тема 5. СУТНІСТЬ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВАХ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ ЗА МЕТОДОМ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ҐРУНТУ……. **60**
Тема 6. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВАХ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ ЗА БАЛАНСОВИМ МЕТОДОМ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ БІОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА…… **70**
Тема 7. ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ГОСПОДАРСТВА ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА……... **78**
ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ……..... **86**
ТЕСТОВІ ПИТАННЯ…….. **87**
ДОДАТОК…….. **90**
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК……..... **90**

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Навчально-методичний посібник
для самостійної роботи та практичних
занять студентів агробіотехнологічного факультету

Сенчук Микола Миколайович

Комп'ютерне верстання – Сенчук М.М.

Формат 60х84 1/16 Ум. др. Арк. 10 Тираж 30
РВвідділ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ
09117, м. Біла Церква, Соборна пл. 8; тел. 33-11-01