

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

БІОТЕХНОЛОГІЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальностей 101 «Екологія»
і 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Київ 2021

УДК 502/504

Б 63

Укладачі: А.Р. Перебинос, канд. техн. наук, асистент;
Т.І. Кривомаз, д-р техн. наук, професор;
О.Г. Жукова, канд. техн. наук, доцент

Рецензент М.В. Кравченко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск О.С. Волошкіна, д-р техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри охорони праці
і навколишнього середовища, протокол № 12 від 18 травня 2021 року.*

В авторській редакції.

Біотехнологія: методичні рекомендації до виконання
Б 63 лабораторних робіт / уклад.: А.Р. Перебинос, Т.І. Кривомаз,
О.Г. Жукова. – Київ: КНУБА, 2021. – 44 с.

Містять зміст, порядок оформлення і вказівки до виконання
лабораторних робіт.

Призначено для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та
183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм
навчання.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
Лабораторна робота №1. Обладнання та правила роботи в біотехнологічній лабораторії.....	5
Лабораторна робота №2. Стерилізація при біотехнологічних дослідженнях.....	8
Лабораторна робота №3. Вивчення культуральних і морфологічних ознак живих мікроорганізмів за допомогою мікроскопу.....	15
Лабораторна робота №4. Компостування органічної частки твердих побутових відходів.....	22
Лабораторна робота №5. Біотехнологія вермикомпостування.....	26
Список літератури.....	39
Додаток.....	40

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навчальна дисципліна «Біотехнологія» присвячена вивченню загальних та спеціальних відомостей про закономірності біотехнологічних процесів, типових задач та методів вирішення проблем навколишнього середовища.

Мета дисципліни – отримання фундаментальних знань і актуальних уявлень про основи дослідження та розробки сучасних біотехнологічних методів охорони навколишнього середовища.

Завдання дисципліни:

- ознайомити з основними напрямками науково-дослідної та науково-технічної діяльності у галузі біотехнології відповідно до сучасних тенденцій розвитку науки, техніки та суспільства;
- охарактеризувати традиційні і сучасні біотехнологічні методи та їх значення для різних сфер життя людини;
- розкрити роль живих організмів у переробці відходів, знешкодженні токсичних речовин у природних середовищах, відновленні родючості земель, очищення води і повітря;
- продемонструвати значення генетично модифікованих організмів в медицині, фармацевтиці, сільському господарстві та промисловості;
- знати тенденції розвитку новітніх біотехнологій у передових країнах та оцінювати ефективність передових біотехнологій.

Лабораторний практикум складається з п'яти робіт. Матеріал до кожного заняття викладається в такій послідовності: коротко сформульовано мету заняття, наведено перелік необхідного обладнання та матеріалів, викладено теоретичний матеріал по темі, визначено завдання і порядок його виконання, подані рекомендації з оформлення результатів досліджень. По кожній темі розроблено контрольні питання, які допоможуть студентам добре підготуватися до захисту лабораторних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: обладнання та правила роботи в біотехнологічній лабораторії.

Мета роботи: ознайомитись з обладнанням та правилами роботи в біотехнологічній лабораторії.

Обладнання для проведення заняття: мікроскоп біологічний, термостат, сушильна шафа, стерилізатор повітряний, центрифуга, шафа витяжна лабораторна.

Матеріали для проведення заняття: чашки Петрі, колби різного розміру, пробірки різного розміру, мікробіологічна петля, мікробіологічна голка та ін.

Зміст роботи:

1. Узагальнити теоретичний матеріал за темою.
2. Вивчити правила безпечної роботи в навчальній лабораторії.
3. Відповісти на контрольні питання.

Теоретичні відомості

Біотехнологія – це наука, яка застосовує знання у галузі мікробіології, біохімії, генетиці, генної інженерії, імунології, хімії технології, приладо- та машинобудуванні та використовує біологічні об'єкти (мікроорганізми, клітини тканин та рослин) або молекули (нуклеїнові кислоти, білки, ферменти, вуглеводи) для промислового виробництва корисних для людей та тварин речовин та продуктів.

GMP (good manufacturing practice) – це окремий документ, який містить відомості щодо термінології, вимоги до приміщень, обладнання, виробничого процесу, підготовки персоналу, функцій відділу технічного контролю, реєстрації звітності та валідації.

Чисті приміщення – це приміщення у яких відбуваються виробничі процеси, пов'язані з виробництвом стерильної продукції, з нормованими показниками чистоти повітря за вмістом механічних часток та мікроорганізмів, з регулюванням температури, вологості та тиску повітря.

Чиста зона – обмежений робочий простір, якій розміщується у чистих приміщеннях та якій має більш високий клас чистоти за рахунок окремого надходження фільтрованого потоку повітря, направлено у один бік.

Клас чистоти повітря визначається вмістом механічних часток певного розміру у 1 л повітря і мікробних часток у 1 м³ повітря.

Правила по техніці безпеки при роботі в навчальній лабораторії:

1. Кожен студент в лабораторії працює на постійному місці, виконуючи завдання індивідуально.
2. На робочому місці не повинно бути сторонніх предметів. Особисті речі слід зберігати в спеціально відведеному місці.
3. Студент повинен працювати тільки в чистому халаті, шапочці або косинці.
4. Забороняється виходити за межі лабораторії в халатах або надягати верхній одяг на халат.
5. У лабораторії категорично забороняється прийом їжі, зберігання продуктів харчування.
6. Не допускаються зайві ходіння, різкі рухи, сторонні розмови (особливо під час посіву мікроорганізмів).
7. Перед початком роботи обов'язково перевіряють наявність і справність приладів, посуду, пальників та ін. Про помічені несправності повідомляють викладачеві.
8. При роботі з електроприладами не відключати прилад мокрими руками. У разі несправності приладу (нагрівання, іскріння, замикання) його необхідно негайно ж знеструмити і повідомити про те, що трапилося викладачеві.
9. Забороняється працювати з несправним обладнанням, йти з робочого місця при проведенні дослідження.
10. При розплавленні щільних поживних середовищ необхідно користуватися водяною банею, попередньо послабивши пробки в колбах. Кип'ятіння розчинів на електроплитці відбувається на азбестових прокладках в термостійких колбах.
11. При роботі з культурами мікроорганізмів необхідно дотримуватися всіх правил мікробіологічної техніки: на пробірках, колбах, чашках Петрі повинний бути зроблений напис, що містить дату посіву, прізвище студента і номер групи.
12. Мікробну культуру з пробірки або чашки Петрі слід відбирати з дотриманням правил асептики.
13. Всі маніпуляції при посіві слід проводити за склом у витяжній шафі. Не можна робити різкі рухи і ходити близько особи, яка працює з чистою культурою, так як рух повітря збільшує ймовірність випадкового її забруднення.
14. Не залишати відкритими чашки Петрі, пробірки, колби з культурами мікроскопічних грибів.
15. Суворо дотримуватися правил поводження з хімічними

реактивами та барвниками.

16. Якщо в момент пересіву ватяна пробка впаде на підлогу або на стіл, то не слід знову вставляти її в пробірку, її потрібно замінити на нову стерильну пробку.

17. Всі предмети, використані при роботі з живими культурами, повинні бути знезаражені. З цією метою їх обпалюють в полум'ї спиртівки або за допомогою електричної системи стерилізації (петлі, голки), або занурюють у дезінфікуючий розчин (предметне і покрівельне скло, піпетки, шпатель та ін.).

18. Всі засіяні пробірки, чашки поміщаються в термостат або здаються черговому, відпрацьований матеріал (пробірки, чашки Петрі) також поміщаються в певні ємності за вказівкою викладача для їх подальшого знезараження.

19. Категорично забороняється виносити мікробні культури за межі лабораторії.

20. У кінці заняття студент повинен привести в порядок робоче місце, ретельно вимити руки з триразовим намилюванням.

21. Кожен студент повинен вести зошит лабораторних робіт, що є документом, що дозволяє контролювати правильність отриманих результатів. Записи проводяться в певній послідовності і повинні містити наступне: номер, назва та мета роботи, дату постановки і закінчення досліду; короткі теоретичні відомості; умови проведення досліду, включаючи опис методів дослідження; отримані результати і висновки.

Хід роботи:

1. Скласти перелік базових джерел про організацію роботи в біотехнологічній лабораторії та посилань на діючі біотехнологічні підприємства та організації.

2. Охарактеризувати основні принципи організації біотехнологічних лабораторій.

3. Навести види боксів біотехнологічної лабораторії.

4. Охарактеризувати методи дезінфекції та стерилізації біотехнологічної лабораторії.

5. Проаналізувати біоризики, що можуть виникнути в ході роботи біотехнологічної лабораторії.

6. Принципи класифікації агентів за ступенем біологічної небезпеки.

7. Проаналізувати типи аварійних ситуацій, що викликають лабораторне зараження.

Контрольні питання

1. Які завдання вирішуються у біотехнологічній лабораторії?
2. Які основні вимоги до приміщення біотехнологічній лабораторії та її оснащення?
3. Як і для чого здійснюється зонування лабораторій?
4. Які види боксів у біотехнологічній лабораторії?
5. Які особливості має обладнання біотехнологічної лабораторії?
6. Які існують засоби індивідуального захисту для роботи у біотехнологічній лабораторії?
7. Які біоризики виникають при роботі у біотехнологічній лабораторії?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: стерилізація при біотехнологічних дослідженнях.

Мета роботи: ознайомитися з обладнанням для стерилізації в біотехнологічній лабораторії.

Обладнання для проведення заняття: сушильна шафа, стерилізатор повітряний, автоклав, пальник.

Матеріали для проведення заняття: чашки Петрі, колби різного розміру, пробірки різного розміру, мікробіологічна петля, мікробіологічна голка та ін.

Зміст роботи:

1. Узагальнити теоретичний матеріал за темою.
2. Підготувати посуд для проведення біотехнологічних досліджень.
3. Відповісти на контрольні питання.

Теоретичні відомості

Стерилізація – це процес знищення всіх живих мікроорганізмів і спор у середовищі або на поверхні об'єкту. Стерилізації піддаються поживні середовища, лабораторний посуд, інструменти, розчини і т. д. Залежно від того, за допомогою яких факторів вбивають мікроорганізми, всі способи стерилізації розділяють на фізичні, механічні та хімічні; або на термічні та холодні.

Термічна стерилізація заснована на знищенні мікробів за допомогою високих температур. Знищення мікробів високими

температурами легко здійснимо і широко використовується в практичній діяльності людини та найчастіше застосовується в мікробіологічній практиці. При цьому потрібно пам'ятати, що у вегетативних (неспорових) клітин денатурація білків і загибель починається вже при температурі 56–60 °С. Більш термостійкі спори гинуть в сухій атмосфері при температурі 160 °С протягом 1-2 год, а у вологому середовищі загибель спор відбувається при температурі 112-120 °С протягом 20-30 хв. До методів термічної стерилізації відносять: 1) стерилізація сухим жаром; 2) стерилізація паром під тиском; 3) фламбірування; 4) кип'ятіння; 5) стерилізація текучою паром; 6) пастеризація; 7) дробна стерилізація.

Основним способом стерилізації скляного посуду є обробка **сухим гарячим повітрям** при температурі не вище 180 °С протягом 1-3 год (табл. 2.1). При цьому гинуть і вегетативні клітини, і спори мікроорганізмів. стерилізацію здійснюють в спеціальних сухоповітряних (сухожарові) стерилізаторах і сушильних шафах, що пристосовані для стерилізації та забезпечують автоматичне підтримання необхідної температури. Посуд перед стерилізацією повинен бути ретельно вимитий і загорнутий в папір для збереження стерильності після прогрівання. Після цього його завантажують не дуже щільно в стерилізатор, щоб забезпечити циркуляцію повітря і рівномірний надійний прогрів матеріалу. Після закінчення стерилізації шафу не відкривають до тих пір, поки температура не впаде до 80 °С, тому що при різкому охолодженні може порушитися стерильність матеріалу, а сильно нагріте скло розтріснується.

Таблиця 2.1

Час, необхідний для стерилізації скляного посуду сухим жаром

Температура, °С	Час, хв
140	180
150	150
160	120
170	60

Стерилізація паром під тиском проводиться насиченою водяною паром в автоклаві (рис. 2.1). Автоклави бувають різної конструкції, але засновані на одному принципі. Це металевий двостінний казан, здатний витримувати високий тиск.

Внутрішня частина казана – камера стерилізації, в яку поміщають матеріал, що стерилізується, оточена водо-паровою камерою, яка має кран для виходу повітря і пари. При стерилізації у водо-парову камеру

наливають воду до необхідного рівня. Предмети у камері слід розміщувати не дуже щільно, оскільки пара повинна вільно минати між ними. Кришка автоклава герметично закривається.

Найпоширеніші режими стерилізації:

- 15–45 хв за надлишкового тиску 0,5 атм (температура досягає 110 – 112 °С);
- 15–45 хв за надлишкового тиску 1,0 атм (температура досягає 121 °С);
- 10–30 хв за надлишкового тиску 1,5 атм (температура досягає 126 °С).

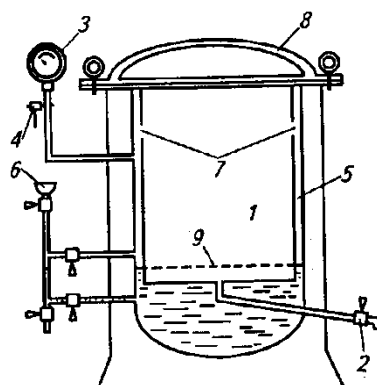


Рис. 2.1. Автоклав:

1 – камера стерилізації; 2 – кран для виходу повітря; 3 – манометр; 4 – запобіжний клапан; 5 – камера; 6 – воронка для заповнення автоклава водою; 7 – отвори для надходження пари в камеру стерилізації; 8 – кришка автоклава; 9 – підставка для розміщення матеріалів, що стерилізуються

Після закінчення часу стерилізації нагрів припиняють, відкривають паровий клапан і спускають пару. Стерилізують паром під тиском поживні середовища, скляний посуд, інструменти й ін. Автоклавування є швидким і надійним способом стерилізації, при якому гинуть всі форми мікроорганізмів, навіть найстійкіші спори.

Фламбування (від нім. *flamme* – полум'я) – прожарювання в полум'ї дрібних металевих або скляних предметів. Найбільш швидкий і доступний метод стерилізації. Проте його використання обмежується тільки терmostійкими матеріалами. В такий спосіб стерилізують бактеріологічні петлі, металеві пінцети, скляні шпатель, палички, скельця, фарфорові ступки та інші інструменти. При прожарюванні згорають всі мікроорганізми (вегетативні та спорові форми). Це швидкий і надійний спосіб стерилізації. Після прожарювання охолоджені предмети не можна класти на стіл; їх слід тримати так, щоб вони не торкалися інших предметів.

Кип'ятіння є одним з найпростіших способів стерилізації. Проводиться в спеціальному стерилізаторі (рис. 2.2) – металевій прямокутній коробці з кришкою і сіткою на дні для розташування предметів, що стерилізуються. Наливають в нього воду та нагрівають до кипіння. Кип'ятіння триває від 15-30 хв до 2 год при температурі біля 100 °С.

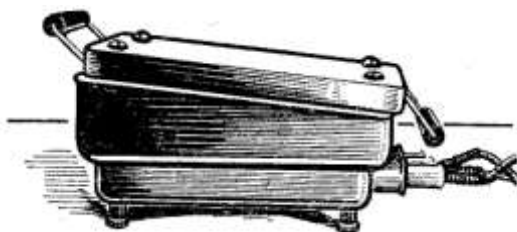


Рис. 2.2. Стерилізатор

Кип'ятінням стерилізують дрібні металеві або скляні предмети — шприци, голки, скляні трубки та ін. При цьому гинуть вегетативні форми мікроорганізмів і частина спор. Кип'ятінням у дистилаті стерилізують мембранні фільтри. Режим стерилізації для мембранних фільтрів 30-60 хв з моменту енергійного закипання води. У мікробіологічній практиці таким засобом стерилізації користуються рідко у зв'язку з тим, що тривале кип'ятіння може пошкодити оброблюваний матеріал, а скорочення часу кип'ятіння може не забезпечити стерильності.

Стерилізація сухим жаром проводиться гарячим повітрям в печі Пастера або сушильній шафі. Піч Пастера (рис. 2.3) є шафою з подвійними стінками, покритою зовні азбестом для теплоізоляції. У середині шафи розташовані металеві полиці з отворами, на які поміщають матеріал, що стерилізується. Стерилізація проводиться при температурі 160-170 °С протягом 1,5-2 год. Стерилізують сухим жаром головним чином скляний посуд – чашки Петрі, піпетки, шпателі, пробірки, колби. Цей метод надійний – гинуть спорові і неспорові форми мікроорганізмів.

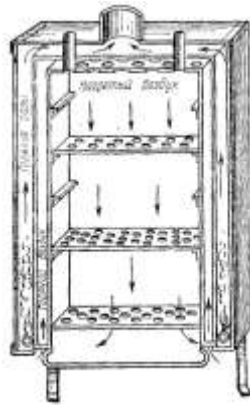


Рис. 2.3. Піч Пастера

Стерилізація текучою парою проводиться гарячим вологим повітрям в апараті Коха (рис. 2.4). У нижню частину металевого циліндру наливають воду, над нею розташовують полицю з отворами і матеріал, що стерилізується. Апарат щільно закривають конічною кришкою з отвором для виходу пари і нагрівають на вогні. Коли вода закипить, гаряча водяна пара з температурою біля 100 °С «потече» сильним струменем з отвору кришки. З цієї миті відмічають час початку стерилізації. Стерилізація текучою парою триває від 45 хв до 1,5 год залежно від об'єму матеріалу, що стерилізується. В такий спосіб стерилізують поживні середовища, які не можна нагрівати вище 100 °С, наприклад м'ясо-пептонний желатин (вище 100 °С він розріджується та не застигає). Цей спосіб стерилізації не достатньо надійний – повністю гинуть лише вегетативні форми мікроорганізмів. Для досягнення повної стерилізації середовища в апараті Коха застосовують дробну стерилізацію.

Пастеризація – прийом часткової стерилізації названий на честь французького вченого Луї Пастера. Спосіб полягає в тому, що рідину, налиту в стерильний посуд, прогрівають на водяній бані при температурі 60-90 °С протягом 10-30 хв. Застосовують пастеризацію для середовищ, які змінюють свої фізико-хімічні властивості при високих температурах. У харчовій промисловості пастеризують молоко, вершки, вино, пиво, соки й ін. При цьому повністю зберігаються вітаміни і смакові якості продуктів. Пастеризовані продукти тривалому зберіганню не підлягають, оскільки при цьому способі стерилізації гинуть лише вегетативні форми мікроорганізмів, а спори залишаються.

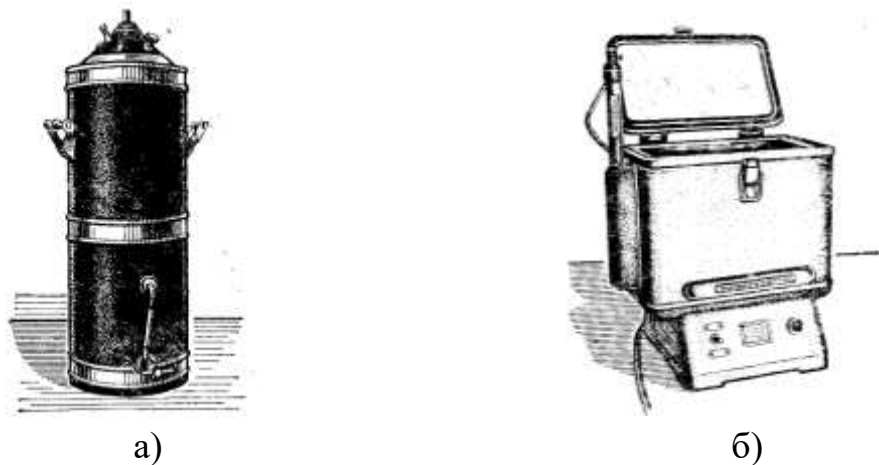


Рис. 2.4. а) апарат Коха; б) водяна

У лабораторній практиці в цей спосіб відділяють види мікроорганізмів, що утворюють спори від неспоротворних організмів. У лабораторних умовах пастеризацію проводять або на водяній лазні, або в термостаті при наступних режимах: 60-70 °С 30 хв; 80 °С 10-15 хв.

Низькі негативні температури не вбивають, а лише затримують розвиток мікроорганізмів. **Холодні способи стерилізації** включають різноманітні прийоми знищення мікроорганізмів. Називають їх холодними умовно, щоб підкреслити, що вони не пов'язані з дією високих температур. До цих способів відносять хімічну стерилізацію або дезінфекцію, різні фізичні методи стерилізації (окрім використання температурного фактору) та механічне звільнення від мікроорганізмів.

Хімічні методи припинення життєдіяльності мікроорганізмів ґрунтуються на використанні дезінфектантів і антисептиків, що мають неспецифічний ефект, або використанні антибіотиків і синтетичних антимікробних препаратів з вибірковою протимікробною дією. Загибель мікроорганізмів при дезінфекції відбувається в основному в результаті гідролізу компонентів клітин, коагуляції білків, інактивації клітинних ферментів. Метод хімічної стерилізації застосовують при дезінфекції рук, робочого столу, відпрацьованих скелець і т. д.

До антисептиків або дезінфікуючих засобів відносяться мило, деякі органічні барвники, солі важких металів, окисники (хлор, йод, перекис водню, перманганат калію), формалін, спирти (60–70 % водні розчини), кислоти, антибіотики, газоподібні речовини (формальдегід, окис етилену, озон) і ін. Стійкість мікроорганізмів до їх дії може суттєво змінюватися залежно від таких факторів, як концентрація активного компоненту, тривалість контакту, рН, температура, вологість.

Фізичні методи стерилізації: стерилізація ультрафіолетовими променями, радіоактивним випромінюванням, ультразвуком, струмом ультрависокої частоти і ін. Ці прийоми широко використовують в медицині. Стерилізація з використанням опромінення придатна для термолабільних матеріалів. Ультрафіолетові промені використовуються для стерилізації центрифужних пробірок, наконечників для піпеток, матеріалів з термолабільної пластмаси. Час опромінення визначається потужністю лампи, часом дії, ступенем і видовим складом мікроорганізмів забрудненого матеріалу. Вегетативні форми чутливі до опромінення, чим спори, які в 3-10 разів більш стійкі. Від УФ-випромінювання мікроорганізми можуть бути захищені органічними речовинами, пилом або іншими захисними оболонками. Обмеженням при використанні даного методу стерилізації є низька проникаюча здатність УФ-променів і висока поглинаюча здатність води і скла. Рентгенівське і γ -опромінення також ефективно для стерилізації пластмас, харчових продуктів, але вимагає строгого дотримання правил безпеки. Найбільш чутливі до γ -опромінення вегетативні клітки бактерій, потім йдуть цвілеві гриби, дріжджі, бактерійні спори і віруси. Гамма-опромінення використовується для стерилізації лікарняного приладдя, антибіотиків, вітамінів, гормонів, стероїдів, пластмасового разового устаткування, шовного і перев'язувального матеріалу.

Для знезараження повітря використовують бактерицидні лампи. Зважаючи на можливу несприятливу дію ультрафіолетових променів на організм людини бактерицидні лампи включають лише за відсутності людей в приміщенні.

Контрольні питання

1. Як здійснюється стерилізація посуду та допоміжних матеріалів?
2. Що таке дезінфекція?
3. В чому різниця між асептикою та антисептикою?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: вивчення культуральних і морфологічних ознак живих мікроорганізмів за допомогою мікроскопу.

Мета роботи: освоїти техніку мікроскопування.

Обладнання для проведення заняття: мікроскоп, біокуляр.

Матеріали для проведення заняття: чисті культури грибів на середовищах, спиртівка, мікробіологічна петля або мікробіологічна голка, предметні та покривельні скельця, фільтрувальний папір, скляна паличка, піпетка, колба з водою, барвники, імерсійне масло, дезінфікуючий розчин.

Зміст роботи:

1. Узагальнити теоретичний матеріал за темою.
2. Ознайомитися з будовою та роботою мікроскопа.
3. Підготувати препарати для мікроскопування.

Теоретичні відомості

Будова мікроскопу. Мікроскопування

Вивчення невидимих неозброєним оком клітин мікроорганізмів, розміри яких не перевищують десятків і сотень мікрометрів, можливо тільки за допомогою мікроскопів. Ці прилади дозволяють отримувати в сотні раз (світлові мікроскопи) і в десятки – сотні тисяч разів (електронні мікроскопи) збільшене зображення досліджуваних об'єктів. За допомогою мікроскопа вивчають морфологію клітин мікроорганізмів, їх зростання і розвиток, проводять первинну ідентифікацію досліджуваних організмів, ведуть спостереження за характером розвитку мікробних ценозів (співтовариств) в різних субстратах.

Мікроскоп складається з двох частин: механічної (підсобної) і оптичної (головної) (рис. 3.1). До механічної частини мікроскопа відносять штатив, предметний столик і тубус. Штатив має основу і тубусотримач у формі дуги. До нього примикає система для регуляції положення тубуса, яка приводиться в рух обертанням макрометричного і мікрометричного гвинтів.

Макрометричний гвинт (макрогвинт) служить для попередньої орієнтовної установки зображення даного об'єкта.

Мікрометричний гвинт (мікрогвинт) використовують для подальшої чіткої установки на фокус. При повному повороті мікрогвинта труба пересувається на 0,1 мм. При обертанні гвинтів за годинниковою

стрілкою труба опускається у напрямку до препарату, при обертанні проти годинникової стрілки – піднімається від препарату.

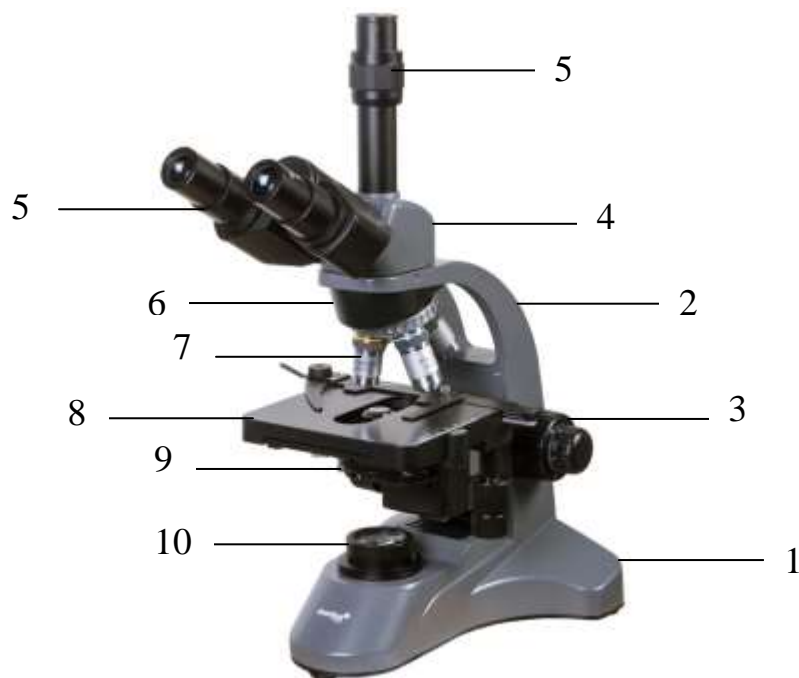


Рис. 3.1. Будова триокулярного мікроскопу Levenhuk 700: 1 – основа; 2 – опорна стійка; 3 – ручка регулювання фокусу (макрогвинт, мікрогвинт); 4 – окулярна насадку; 5 – окуляри; 6 – револьверна головка; 7 – об’єктиви; 8 – предметний столик; 9 – конденсатор; 10 – освітлювальна система

Предметний столик служить для розміщення препарату з об’єктом дослідження. Предметний столик переміщається за допомогою гвинтів в двох взаємо перпендикулярних напрямках. В центрі столика знаходиться круглий отвір для освітлення препарату знизу. До столику вмонтовано два затиски (клеми) – пружинячі металеві пластинки, призначені для закріплення препарату.

Тубус (труба) – оправа, в яку поміщені елементи оптичної системи мікроскопа. До нижньої частини тубуса прикріпляється револьвер (об’єктив тримач) з гніздами для об’єктивів.

Оптична частина мікроскопа складається з основного оптичного вузла (об’єктив і окуляр) і допоміжної освітлювальної системи. Всі частини оптичної системи строго центровані відносно один одного. Освітлювальна система знаходиться під предметним столиком.

Конденсор (від лат. *condenso* – згущую), що складається з 2–3 короткофокусних лінз, збирає промені, що йдуть від освітлювального пристрою, і направляє їх на об’єкт. Конденсор необхідний перш за все при роботі з імерсійною системою. Лінзи конденсора вмонтовані в металеву

оправу, сполучену із зубчастим механізмом, що дозволяє переміщати конденсор вгору і вниз спеціальним гвинтом. Для регулювання інтенсивності освітлення в конденсорі є ірисова (пелюсткова) діафрагма, що складається із сталевих серповидних пластинок. Забарвлені препарати краще розглядувати при майже повністю відкритій діафрагмі, незабарвлені – при зменшеному отворі діафрагми.

Об'єктив – найбільш важлива частка мікроскопа. Це багатолінзова короткофокусна система, від якості якої залежить в основному зображення об'єкту. Зовнішня лінза, повернута плоскою стороною до препарату, називається фронтальною. Саме вона забезпечує збільшення. Решта лінз в системі об'єктиву виконує переважно функції корекції оптичних недоліків, що виникають при дослідженні об'єктів.

Об'єктиви бувають сухі та імерсійні. При роботі з сухими об'єктивами між фронтальною лінзою об'єктиву і об'єктом дослідження знаходиться повітря. Оптичний розрахунок імерсійних об'єктивів передбачає їх роботу при зануренні фронтальної лінзи об'єктиву в рідку однорідну середовище. При роботі з сухим об'єктивом унаслідок різниці між показниками заломлення скла (1,52) і повітря (1,0) частка світлових променів відхиляється і не потрапляє в око спостерігача.

При роботі з імерсійним об'єктивом необхідно помістити між покривним скельцем і лінзами імерсійне масло. Показник заломлення цього масла близький до показника заломлення скла. Промені в оптично однорідному гомогенному середовищі не змінюють свого напрямку.

Об'єктиви розрізняють по їх збільшенню. Величина збільшення об'єктивів позначена на їх оправі (4x 10x, 40x, 100x).

Оптичні характеристики об'єктивів:

- ступінь збільшення вказана на корпусі об'єктиву; для імерсійної мікроскопії використовується об'єктив з 100-кратним збільшенням;
- фокусна відстань має розміри від 1,3 до 60 мм; чим більше збільшення лінзи, тим більше її кривизна і менше фокусна відстань;
- числова апертура – це множення показника заломлення середовища (повітря – 1,000; олія – 1,515) на синус кута, якій утворюється крайовими променями, які входять в об'єктив через фронтальну лінзу.; числова апертура вказана на корпусі об'єктиву;
- роздільна здатність – це здатність відобразити найдрібніші деталі досліджуваного матеріалу.

Окуляр служить безпосереднім продовженням «лінз» (кришталіків) очей людини. Окуляр складається з двох лінз – очної (верхньої) і польової,

або збірної (нижньої) – в металевій оправі. Призначення польової лінзи – збирати промені, що йдуть від об'єктиву, так, щоб вони проходили через маленький отвір очної лінзи. Призначення окуляра – пряме уявне збільшення дійсного зворотного і збільшеного зображення, яке дає об'єктив. Збільшення окуляра вигравійовано на його оправі. Робоче збільшення окуляра коливається в межах від 4х до 15х.

Основні правила роботи з мікроскопом:

- місце для мікроскопа вибирають подалі від прямого сонячного світла;
- робота на столі з темною поверхнею менше стомлює очі;
- краще дивитися в окуляр лівим оком, не закриваючи правого;
- в разі роботи з біноккулярною насадкою спочатку регулюють відстань між окуляром відповідно до відстані між очима спостерігача так, щоб поля зору обох окуляра злилися в одне;
- лінзи мають бути завжди чистими. Не можна торкатися пальцями оптичних поверхонь;
- переносити мікроскоп необхідно двома руками: однією тримати штатив, іншою – основу мікроскопа; слід обережати мікроскоп від поштовхів, зіткнення з сильнодіючими речовинами (кислотами, лугами);
- не рекомендується виймати окуляр з труби, щоб не забруднювати пилом трубу і об'єктиви;
- мікроскоп слід зберігати в чохлі.

Порядок роботи з мікроскопом:

- 1) помістити об'єкт на предметний столик мікроскопа;
- 2) встановити об'єктив 4х (або 10х);
- 3) підняти конденсор вгору до упору;
- 4) встановити диск регулювання накалу лампи в крайнє положення обертанням від спостерігача;
- 5) включити освітлювач, відрегулювати яскравість горіння лампи;
- 6) сфокусувати мікроскоп обертанням макро- і мікрогвинта на різке зображення об'єкту, що знаходиться на предметному столику;
- 7) вийняти окуляр із тубуса мікроскопа, спостерігаючи в окулярний тубус, розкрити діафрагму конденсора за розміром зіниці об'єктиву;
- 8) встановити окуляр в тубус мікроскопа, спостерігати поле зору об'єкта;
- 9) для досягнення найкращої якості зображення рекомендується прикривати діафрагму конденсора на $1/3$ вихідної зіниці об'єктиву;

10) потім можна переходити до роботи з сильнішими об'єктивами, у тому числі і з імерсійним.

При роботі з імерсійним об'єктивом необхідно:

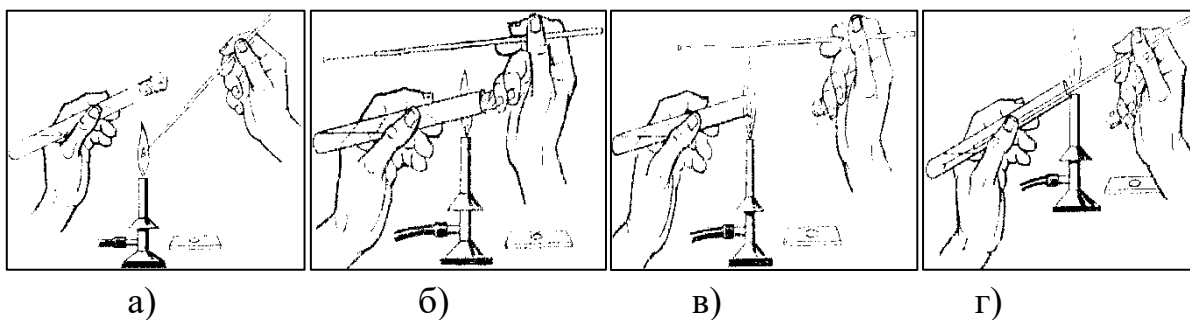
1) підняти конденсор;
2) краплю імерсійної рідини нанести на препарат, не розмазуючи її по склу; занурювати в імерсійну рідину можна тільки імерсійні об'єктиви (не сухі!);

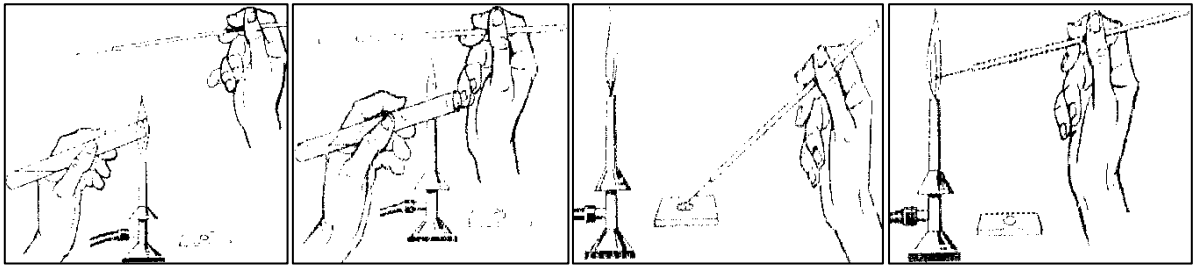
3) дивлячись збоку, опустити об'єктив до поверхні масляної краплі. Далі, дивлячись в окуляр, обережно опустити об'єктив за допомогою макрогвинта, стежачи за появою зображення. Коли зображення об'єкту з'явиться, переходять до використання мікрогвинта. Якщо зображення не різке – щось зроблене неправильно: забруднена фронтальна лінза об'єктиву, заважають бульбашки повітря в маслі, випадково закрита діафрагма. Причину неякісного зображення треба усунути;

4) після закінчення роботи піднімають тубус, знімають препарат і обережно протирають фронтальну лінзу об'єктиву бавовняною серветкою або ватою, змоченою ефіром або етиловим спиртом.

Методи приготування препаратів мікроорганізмів

Техніка відбору культури для приготування препарату. Пробірку з культурою тримають в лівій руці майже в горизонтальному положенні поблизу пальника (рис. 3.2.а.). Перед відбором культури правою рукою виймають ватяну пробку з пробірки, затискаючи її між мізинцем і долонею (рис. 3.2.б.), а край пробірки обпалюють на полум'ї пальника (рис. 3.2.в.). Бактеріологічну голку (петлю) тримають в правій руці великим, вказівним і середнім пальцями. Обпаленою в полум'ї бактеріологічною голкою (петлею) з пробірки беруть невелику кількість мікробної маси (рис. 3.2.г.). Якщо культуру беруть з рідкого середовища, не слід сильно нахилити пробірку, щоб не змочити її краї і пробку. Після відбору культури отвір пробірки і пробку обпалюють в полум'ї (рис. 3.2.д.) і закривають пробірку (рис. 3.2.е.).





д) е) ж) з)
Рис. 3.2. Техніка відбору культури для приготування препарату

Дослідження живих клітин мікроорганізмів методом «роздавленої краплі». Метод застосовують для виявлення рухливості клітин мікроорганізмів, спостереження за розмноженням, утворенням і проростанням спор, встановлення реакції мікроорганізмів на хімічні сполуки і фізичні фактори, вивчення розмірів клітин, характеру їх розташування, визначення запасних речовин в клітині. Приготування препарату:

1. На чисте предметне скло наносять краплю водогінної води. До неї вносять культуру і змішують її з водою.
2. Накривають краплю покривним скельцем так, щоб під ним не утворювалися бульбашки повітря.
3. Скляною паличкою притискають покривне скельце до предметного і видаляють надлишок води фільтрувальним папером.

Препарати мікроскопують при злегка затемненому полі зору; конденсор трохи опускають, надходження світла регулюють освітлювачем. Спочатку користуються малим збільшенням – об'єктив 10х, після того, як виявляють край краплі, встановлюють об'єктив 40х або імерсійний (100х). При цьому методі забарвлення об'єкту проводять «прижиттєвими» барвниками – вітальне забарвлення. Прижиттєвими барвниками можуть служити метиленовий синій, нейтральний червоний в концентраціях від 0,001 до 0,0001 %.

Фіксовані препарати мікроорганізмів. У мікробіології часто готують фіксовані препарати. Їх розглядають під мікроскопом в забарвленому вигляді. Під фіксацією мається на увазі така обробка живого об'єкту, яка дає можливість швидко перервати перебіг життєвих процесів в об'єкті, зберігши його тонку структуру. В результаті фіксації клітини міцно прикріплюються до скла і краще фарбуються. Фіксація необхідна і в разі роботи з патогенними мікроорганізмами (в цілях безпеки). Приготування фіксованих препаратів включає наступні етапи:

1. Приготування мазка. На чисте знежирене предметне скло наносять краплю водогінної води. Прожареною бактеріологічною голкою з пробірки з культурою беруть невелику кількість мікробної маси і вносять до краплі води. Краплю ретельно розмазують петлею по склу на площі 2–4 см². У випадку, якщо суспензія густа, її спочатку розводять водою. Для цього прожареною петлею беруть трохи суспензії і переносять в краплю води на інше предметне скло. Суспензію нормальної густини розмазують тонким шаром по склу.

2. Висушування мазка. Мазок сушать на повітрі при кімнатній температурі, правильно приготований тонкий мазок сохне достатньо швидко. Якщо висушування мазка сповільнено, то препарат можна злегка нагрівати в струмені теплого повітря, тримаючи його високо над полум'ям пальника. Сильне нагрівання препарату при сушці не рекомендується, оскільки при цьому можлива коагуляція білків, що спотворює структуру і форму клітин.

3. Фіксація мазка. Висушений препарат фіксують. Фіксацію мазка проводять над полум'ям пальника при дослідженні форми клітин або за допомогою хімічних сполук для вивчення внутрішньої структури клітин. У першому випадку препарат три – чотири рази повільно проводять нижньою стороною над полум'ям пальника. Один з поширених прийомів фіксації за допомогою хімічних сполук – обробка препарату 96 % спиртом або сумішшю рівних об'ємів етилового спирту і ефіру (рідина Нікіфорова).

4. Забарвлення препарату. При забарвленні мазка препарат поміщають на препаратотримач. На мазок наносять декілька крапель барвника. Залежно від виду барвника і мети дослідження тривалість забарвлення варіює від 1 до 5 хв, в окремих випадках займаючи до 30 хв і більше. Після закінчення забарвлення препарат промивають водою, фільтрувальним папером видаляють воду, підсушують на повітрі і мікроскопують.

Хід роботи:

1. Приготувати препарати роздавлена крапля запропонованих культур мікроорганізмів.

2. Приготувати фіксовані препарати запропонованих культур мікроорганізмів.

3. Провести пробне мікроскопування готового дослідного мікропрепарату з об'єктивом 40x і з імерсійним об'єктивом.

4. Знайти в отриманих препаратах гіфи, конідії та спори мікроміцетів.

Контрольні питання

1. Пристрій світлового мікроскопа.
2. Оптичні характеристики об'єтивів.
3. Порядок мікроскопування.
4. Техніка мікроскопування з імерсійною системою.
5. Приготування препарату «роздавлена крапля» культури мікроорганізмів.
6. Приготування фіксованого препарату мікроорганізмів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: компостування органічної частки твердих побутових відходів.

Мета: ознайомитися зі способами поводження з органічною часткою твердих побутових відходів.

Матеріали для проведення заняття: ЕМ-контейнер, препарат для компостування органіки (Бокаші, Байкал, Емочка), ваги лабораторні цифрові, органічні відходи.

Хід роботи:

1. Узагальнити теоретичний матеріал за темою.
2. Поділити органічні відходи на групи та зважити, дані записати до табл. 2.1.
3. Шарами викласти органічні відходи до ЕМ-контейнеру, користуючись інструкцією щодо застосування відповідного препарату для компостування.
4. На наступному занятті описати отриману компостну рідину та компост. Скласти порівняльний звіт.

Таблиця 4.1

№ пор.	Назва органічної частки ТПВ	Вага, г
1		
...		
Загалом		
Кількість препарату для компостування, г (мл)		

Теоретичні відомості

Утилізація харчової частки побутових відходів є актуальним питанням жителів мегаполісів та міст з переважною більшістю населення, що проживає в квартирах. Адже, викидаючи харчові відходи в сміттєві баки, люди забруднюють навколишнє середовище, сприяючи появі неприємних запахів, а також розмноження гризунів і інших шкідників у місцях скупчення сміття. Крім того, при цьому безповоротно втрачається найцінніша органіка, яка могла б повернутися в природу. Рішенням даного питання може стати компостування органіки в побутових умовах за допомогою ЕМ-контейнеру та ефективних мікроорганізмів.

Ефективні мікроорганізми – це сприятливі для довкілля і дружні до людей мікроорганізми. В результаті їх використання в процесі компостування відновлюється навколишнє середовище, руйнівні мікробіологічні процеси та їх наслідки (гниття, окислення, забруднення, неприємні запахи, різноманітні захворювання) поступаються місцем процесам позитивним – ферментації, оздоровленню, очищенню і т.п. Відкрив ефективні мікроорганізми і розробив ЕМ-технологію японський вчений Теруо Хіга ще в 80-х роках минулого століття.

ЕМ-контейнер являє собою відро для компостування ємністю від 15л з герметичною кришкою. У нижній частині відра є отвір, в який вкручується пластиковий краник (йде в комплекті). Крім того, в комплекті йдуть дві пластикові пластини: одна – суцільна, інша – з перфорацією. У нього, у міру появи, завантажуються харчові (очищення і обрізки овочів, залишки страв) та інші органічні відходи. Не бажано компостувати в ЕМ-контейнері відходи м'яса і риби, а також органіку (щільний картон, деревину), час розкладання якої триває більше 14-ти днів. З напіврідких і рідких відходів (наприклад – скислий суп) слід попередньо злити рідку фракцію, яку слід утилізувати окремо.

Для активної ферментації відходів їх потрібно пошарово засипати ефективними мікроорганізмами. Для цього використовуються препарати для компостування органіки (ЕМ-препарати): «Бокаші», «Емочка» або «Байкал». Також для підсилення ферментації можливо використовувати компостну рідину, що отримується під час компостування. Рекомендують використовувати препарат «Бокаші», який виробляється в сухому сипучому вигляді та є зручним у використанні та зберіганні. ЕМ-препарати «Емочка» та «Байкал» виготовляють у вигляді концентрованої рідини, що перед використанням потребує розведення для приготування необхідного розчину.

Зверху органіка придавлюється вантажем, який кладеться на пластину з пластмаси. Для проведення успішної ферментації збір харчових відходів і завантаження в ЕМ-компостер повинно здійснюватися не частіше одного разу в день. У результаті сили поверхневого натягу органіка всередині компостера має оптимальну вологість. Зайва волога під дією сили тяжіння, стікає вниз і накопичується на дні відра, під розділовими ґратами. Компостну рідину необхідно регулярно зливати за допомогою краника. Оптимальна ступінь ферментації органіки при кімнатній температурі досягається мінімум через два тижні після початку. Це означає, що самий останній з завантажених у відро, шарів органіки, повинен пролежати у відрі 14 днів, і протягом цього періоду кожні 2-3 дні слід зливати компостну рідину.

Отриману компостну рідину можна використовувати:

- для поливу рослин в період вегетації, розводячи водою 1:20. Оскільки рідина має специфічний запах, її краще не використовувати для обприскування і підживлення рослин в житлових приміщеннях;
- для змочування і заселення ефективних мікроорганізмів на нових порціях харчових відходів, при їх закладці в ЕМ-компостер;
- для очищення каналізаційних труб і дренажних систем (просто зливаючи ЕМ-рідину в каналізацію);
- для компостування фекалій і усунення запахів у вуличних і біо-туалетах.

Після остаточної ферментації всіх відходів, що були завантажені в контейнер, в ньому утворюється ЕМ-компост. Він є прекрасним засобом для підвищення родючості ґрунту. Протягом декількох місяців він буде постачати поживні речовини рослинам, сприяючи розвитку корисної мікрофлори і розмноженню ґрунтової живності. Вносити ЕМ-компост рекомендується наступним чином: викопайте траншею або кілька ямок глибиною 20 см, заповніть їх ферментованим відходами приблизно наполовину, перемішайте ЕМ-компост з невеликою кількістю ґрунту та засипте яму/траншею зверху ґрунтом, що залишився.

Найкраще уникати тривалого зберігання ферментованих харчових відходів, оскільки поживна цінність їх при цьому знижується. Однак, в разі необхідності, можна досить довго зберігати ферментовані харчові відходи в сухому темному місці при температурі від 0 до +5 °С. При більш високих температурах процеси ферментації триватимуть та з відходів буде витікати рідина.

Ознаки вдалою ферментації: харчові відходи отримали світло-коричневий відтінок і специфічний кислуватий запах, стали м'якими, можливий наліт білої плісняви (це колонії хороших дріжджових грибів).

Ознаки невдалої ферментації: поява неприємних (гнильних) запахів, чорної або сіро-зеленої плісняви.

Можливі причини невдач при ферментації харчових відходів в ЕМ-контейнері:

- внесено недостатня кількість ефективних мікроорганізмів;
- зайвий доступ повітря (нещільно закривалася або занадто часто відкривалася кришка);
- надлишок вологи в контейнері (завантажувалися занадто мокрі відходи або несвоєчасно зливалася ЕМ-рідину);
- перегрів або переохолодження вмісту.

Компостний препарат «Бокаші» – це культура ефективних мікроорганізмів, вирощена на пшеничних висівках в оптимальних умовах та є готовим комплексний мікробіологічним препаратом. При приготуванні ЕМ-компосту з харчових відходів на кухні витрата Бокаші становить 1-2 пригорщі на кожен шар, приблизно 250 грам на відро в залежності від якості вихідної сировини. Якщо переважають відходи продуктів, якість яких під сумнівом, то витрата Бокаші краще збільшити.

«Емочка» – готовий до застосування комплексний мікробіологічний препарат універсального призначення. Виготовлений на харчовій сировині та містить культури наступних мікроорганізмів: *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus diacetylactis*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptococcus thermophilus*.

Для компостування харчових продуктів в ЕМ-контейнері рекомендують кожен шар відходів поливати розведеним розчином «Емочки» з водою у співвідношенні 1:10.

Основою препарату «Байкал» є ЕМ-концентрат – суміш корисних мікроорганізмів в ньому підібрана по ефективності і корисним властивостям для ґрунту і рослин, що активована за допомогою води і живильного середовища-патоки.

Перед застосуванням розчин необхідно ретельно збовтати. Засіб розвести чистою питною водою кімнатної температури, що не містить хлору. Для прискорення компостування розчин готується в пропорції –1:

100 (100 мл засобу на 10 л води). Для посилення ефекту компост проливається пошарово через кожні 20 см органічної маси і накривається плівкою.

Контрольні питання

1. Способи поводження з органічною часткою ТПВ.
2. ЕМ-компостування. Конструкція ЕМ-компостера.
3. Препарати для ЕМ-компостування.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: біотехнологія вермикомпостування.

Мета роботи: ознайомитися з технологією вермикомпостування та навчитися проводити розрахунки для ефективного вермикультивування.

Матеріали для проведення заняття: інформаційні джерела, відеоматеріали, додаток (завдання).

Зміст роботи:

1. Узагальнити теоретичний матеріал за темою.
2. Визначити кількість субстрату для вермикультури.
3. Розрахувати основні параметрів формування лож.
4. Розрахувати витрати на годівлю черв'яків та закладки маточного поголів'я в субстрат.
5. Розрахувати отримання біотехнологічної продукції.
6. Розрахувати вихід білкового борошна з черв'ячної біомаси.
7. Визначити вихід залишкової продукції.

Теоретичні відомості

На сьогодні актуальними є питання використання нових біотехнологій для одержання конкурентоспроможної продукції та захисту довкілля від забруднення відходами різних виробництв – тваринництва, рослинництва, побутовими та промисловими.

Ефективним і екологічно безпечним методом утилізації різних відходів є метод вермикомпостування, тобто використання дощових черв'яків, і особливо червоного каліфорнійського гібрида. За допомогою дощових черв'яків органічні речовини відходів трансформуються у повноцінний білок та високоякісне гумусне добриво. Біомаса черв'яків

використовується для годівлі сільськогосподарських тварин, а біогумус – для покращення родючості ґрунтів.

Вермикомпостування – це переробка органомістких відходів за допомогою дощових черв'яків, зокрема, гібрида червоного каліфорнійського черв'яка. Органічна сировина, заселена черв'яками, протягом 1-2 днів втрачає неприємний запах, а через 4-5 тижнів за їх допомогою перетворюється на високоякісне органічне добриво – вермикомпост. Використання гібрида червоного каліфорнійського черв'яка при виробництві вермикомпосту в колишньому СРСР почалось з 1989 року. Досвід зарубіжного і вітчизняного вермикультивування дозволяє розглядати біомасу компосту як можливий потенціал джерела білкового компонента до раціону живлення тварин і птахів. Як показують розрахунки, протягом року з 1000 м³ можна отримати 40 ц білкового борошна (5% вологи). Біомаса черв'яків багата ферментами, вітамінами, мікроелементами.

Для забезпечення швидкої та якісної переробки органічних відходів до кінцевих продуктів біоконверсії необхідне суворе дотримання всіх технологічних параметрів. Технологія біовермикомпостування передбачає три основні етапи утилізації відходів: попередня підготовка, безпосереднє вермикомпостування і доробка отриманих продуктів.

Різноманітні органічні відходи потребують неоднакової тривалості періоду попередньої підготовки, через різну біохімічну природу, структуру і будову органічної речовини. Найбільш інтенсивно мінералізуються вуглеводи, білки, водорозчинні органічні речовини і значно повільніше – сполуки фенольного ряду та, особливо, лігнін. Крім того, велику роль в процесі ферментації органічних відходів відіграє характер зв'язку між легко- і важкодоступними для мікроорганізмів біохімічними компонентами, які входять до складу органічного матеріалу. Наприклад, клітковина, що зв'язана з лігніном, мінералізується значно повільніше, ніж та, яка знаходиться у вільному стані. Білки піддаються більш швидкому мікробіологічному розкладанню в порівнянні з лігнопротеїновими комплексами. Значно знижуються темпи розкладу органічних матеріалів, якщо до їх складу входять бактерицидні речовини типу танінів, терпенів, смол, які токсичні для багатьох мікроорганізмів. Стійкість органічних відходів до мінералізації може залежати від вмісту в них зольних елементів, які, будучи додатковим джерелом мінерального живлення для мікроорганізмів, сприяють більш швидкому розкладу органічної речовини.

Хід роботи:

1. Визначення кількості субстрату для вермикультури та його підготовка.

1.1. Визначення кількості гнойової біомаси, яку можливо використати як субстрат для вермикультури.

В якості поживного середовища для каліфорнійських черв'яків можна використовувати гній всіх видів сільськогосподарських тварин, який містить усі поживні речовини, необхідні для росту і розвитку олігохет. Тому в основу проектування потужності вермигосподарства покладено кількість гнойової біомаси, яка утворилась в господарстві.

Добовий та річний вихід гнойової біомаси (див. додаток):

$$Q_{г. доб} = \dots \quad (T);$$

$$Q_{г. річ} = \dots \quad (T).$$

Для вермикультивування використовують твердий гній з вологістю 70-80%, який можна одержати в основному при трансформній системі гноєвидалення.

1.2. Встановлення строків початку ферментації гнойової біомаси.

Роботу з підготовки субстрату (гнойової біомаси) необхідно розпочати з визначення строку (календарної дати) закладки гною для проходження процесу ферментації (перепрівання). Обумовлено це тим, що тривалість ферментації гною залежить від виду тварин (табл. 5.1), а максимальний термін зберігання про ферментованого гною у буртах – не більше 2 років.

Таблиця 5.1

Час ферментації гнойової біомаси від різних тварин

Вид тварин	Час ферментації, місяців
Коні	5-6
ВРХ, корови	6-7
ВРХ, молодняк	10-11
Вівці	3-4
Свині	9-10
Кролі	3-4
Птиця	16-19

1.3. Визначення площі під бурти для ферментації гнойової біомаси.

Для проведення ферментації гнойової біомаси її буртують на площадці з допустимим нахилом 1-3 градуси. Бурти можуть мати різні

розміри: ширина – 1,7-2м; довжина 15-80 м; висота – 1,5-2 м. це залежить від наявної роботи сили і засобів механізації. Розміщують їх із півночі на південь.

Час саморозігріву у буртах літом 7-10 діб, а зимою 10-15 діб. Ферментація гною проходить у 2 режимах – спочатку у мезофільному, а потім – термофільному (до 60 °С). Така температура утримується 5-10 діб. Вона згубно діє на патогенні організми, яйця і личинки гельмінтів, насіння бур'янів. У подальшому компостування проходить знову в мезофільному режимі(25-35 °С).

Площа під бурти для ферментації гнойової біомаси визначається за формулою:

$$S_6 = Q_r \cdot K,$$

де Q_r – річний вихід гною, т;

K – коефіцієнт, який враховує час ферментації і додаткову площу на проїзд техніки між буртами (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Коефіцієнт, який враховує час ферментації

Вид тварин	Коефіцієнт К
Коні	1
Корови	1
Вівці	2
Кури	2-5
Свині	2
Телята	2

1.4. Визначення маси добавки природних мінералів до субстрату.

Для забезпечення потреби черв'яків у мікромінеральних факторах живлення до субстрату необхідно вносити різні мінеральні домішки – глини, дефекат, цеоліт, сапоніт, крейду, тощо, у дозах до 4% від загальної маси субстрату. Це сприяє, крім того, оптимізації рН середовища, кращому гумусоутворенню:

$$K_m = (Q_r \cdot M_m) / 100,$$

де K_m – маса природних мінералів на рік, т;

Q_r – річна маса гною, т;

M_m – кількість мінеральних добавок ($M = 4\%$).

1.5. Визначення маси субстрату із природними мінералами:

$$Q_{cm} = Q_r \cdot K_m,$$

де $Q_{см}$ – маса субстрату з мінеральними добавками, т;

$Q_{г}$ – річна маса гною, т;

$K_{м}$ – маса природних мінералів на рік, т;

1.6. Визначення кількості речовин, багатих на целюлозу, при використанні як субстрат посліду птиці.

Показником готовності субстрату до згодування черв'якам є співвідношення вуглецю до азоту(C:N), яке має бути в межах 20. Послід птиці містить значну кількість азоту – 2-6% від сухої речовини. Вміст клітковини становить лише 13-15%. Для того, щоб забезпечити співвідношення C:N 20:1, або вмісту целюлози 20-25%, до посліду птиці додають солому, полову, лушпиння насіння соняшнику, папір тощо. Тобто, компоненти багаті на вуглець. Можна використовувати також і тирсу, за виключенням тирси хвойних порід.

Кількість відходів, багатих на клітковину, яку необхідно додати до гнійної біомаси, визначають:

$$M_{к} = (Q_{г} \cdot C)/100,$$

де C – відсоток введених речовин, багатих на клітковину,% (C = 10-30%);

$M_{к}$ – кількість речовини, багатих на клітковину, т.

1.7. Визначення маси субстрату із речовинами, багатими на клітковину, при використанні посліду птиці:

$$Q_{ск} = Q_{см} + M_{к},$$

де $Q_{ск}$ – маса готового субстрату із посліду птиці, т;

$Q_{см}$ - маса субстрату з мінеральними добавками, т;

$M_{к}$ – кількість речовини, багатих на клітковину, т.

2. Розрахунок основних параметрів формування лож

2.1. Визначення кількості базового субстрату.

Базовий субстрат – це першопочатковий субстрат, який закладається в нові лежа. При формуванні лож в господарстві, в них закладають відходи, які пройшли ферментацію базовим субстратом. Він виконує різні функції: захищає черв'яків від підстильного ґрунту і тому товщина його коливається від 15 см влітку до 25-30 см взимку. Крім цього, базовий субстрат з кормом для черв'яків повинен мати достатню кількість целюлози (20-25 %), оптимальну вологість (70-80 %), температуру (19-20 °C) і кислотність (6,8-7,2), а також треба протестувати 50 черв'яків. Суть тесту полягає в тому, що в ящики розміром 50x60x15 см або у

2-4-літрову скляну ємність закладають базовий субстрат і 50 черв'яків і витримують 24 год при 20 °С. Потім черв'яків вибирають, підраховують і візуально визначають їх стан. Якщо усі черв'яки живі і нормально рухливі, то це є свідченням придатності субстрату для годівлі черв'яків. Тільки після цього ложа заселяють черв'яками.

2.2. Визначення виходу базового субстрату за рік.

Формування (закладка) лож розпочинається визначенням перш за все вихідної кількості базового субстрату, який буде у господарстві. Визначається за формулою:

$$M_{\text{бср}} = \frac{Q_{\text{см}} \cdot K_6}{100},$$

де $M_{\text{бср}}$ – маса базового субстрату за рік, т;

$Q_{\text{см}}$ – загальна маса проферментованого субстрату (відходів з мінеральними добавками), т;

K_6 – кількість базового субстрату від загальної маси проферментованого субстрату, % в сер. (35-40).

2.3. Визначення кількості базового субстрату для закладки перших лож.

Кількість базового субстрату; необхідного для закладки перших лож залежить від загальної маси базового субстрату і від того, сезонне чи цілорічне вермикомпостування у господарстві. При цілорічному вермикомпостуванні у квітні проводиться перше 3-разове розділення лож (формування нових лож із попередніх); друге розділення липневе -2-разове, а в жовтні проводиться 3-разове розділення лож, які були закладені в квітні місяці, і 4-разове - сформованих у липні. Визначається за формулою:

$$B_c = M_{\text{бср}}/n,$$

де B_c – кількість базового субстрату, який використовують для закладка перших лож. т;

$M_{\text{бср}}$ – маса базового субстрату на рік, т;

n – коефіцієнт, який враховує кратність розділення одного ложа: при цілорічному вермикомпостуванні $n=17$. а сезонному – $n=11$.

2.4. Розрахунок кількості лож.

Розрахунок кількості лож проводиться за формулами:

$$K_{\text{л1}} = \frac{B_c}{M_{\text{БС}}},$$

де $K_{\text{л1}}$ – кількість лож. яка необхідна для початку роботи, шт.;

B_c – кількість базового субстрату, який використовують для закладки перших лож. т;

M_{BC} – маса базового субстрату, який настиляють першим шаром на одне ложе (0,34-0,57 т) в залежності від висоти шару.

$$K_L = (B_c / M_{BC}) \cdot k_1$$

де K_L – кількість лож, які необхідно закласти за рік, шт.;

B_c – кількість базового субстрату, який використовують для закладки перших лож, т;

M_{BC} – маса базового субстрату, який настиляють першим шаром на одне ложе (0,34-0,57 т);

k_1 – коефіцієнт, який враховує розділення лож ($k_1=11$ або $k_1=17$).

2.5. Розрахунок площі під ложа.

При визначенні, яку площу необхідно планувати під ложа, необхідно прийняти до уваги площу самого ложа, а також спосіб вирощування каліфорнійських черв'яків. Черв'яків можна вирощувати на відкритому ґрунті, коли бурти закладають поверх розстеленої на землі сітки або у приміщенні, де ложа розміщують ярусами. Визначається за формулою:

$$S_L = K_L \cdot k,$$

де S_L – площа під ложа, м²;

K_L – кількість річних лож, шт.;

k – коефіцієнт, який враховує особливості технології (табл. 5.3).

2.6. Розрахунок площі сітки під ложа на відкритому ґрунті.

Черв'яки – мало захищені істоти, їх добре поїдають кроти. З метою запобігання потрапляння у ложа із черв'яками кротів, ґрунт, на якому розміщують бурт із субстратом, вистилають сіткою із розміром вічок 1,5х1,6 см. Площа сітки розраховується за формулою:

$$S_c = K_L \cdot 2,2,$$

де S_c – площа сітки, м;

K_L – кількість лож, шт.;

2,2 – коефіцієнт, який враховує площу ложа, а також загинання сітки по краях.

Таблиця 5.3

Показник, який враховує особливості технології вермикомпостування

Спосіб розміщення лож	Коефіцієнт (к)
На відкритому ґрунті	4
В приміщенні (2 яруси)	2
В приміщенні (3 яруси)	1

2.7. Розрахунок площі під стелажами.

Розрахунок площі стелажів проводять за такою формулою:

$$S_{\text{ст}} = K_{\text{л}} \cdot 2,$$

де $S_{\text{ст}}$ – площа стелажів, м²;

$K_{\text{л}}$ – кількість лож. шт.;

2 – площа одного ложа, м².

3. Годівля черв'яків та закладка маточного поголів'я в субстрат.

3.1. Розрахунок кількості субстрату для годівлі черв'яків.

Через 20-25 діб після заселення черв'яків проводять першу підкормку, тобто внесення нових порцій субстрату, а потім регулярно через кожні 7-10 діб вносять нові порції корму шаром 5-7 см. Підкормка повинна бути перевірена на якість, в тому числі і за тестуванням 50-ти черв'яків.

3.2. Кількість підкормки, яку вносять до розділення лож.

Розрахунки проводять за формулою:

$$Q_{\text{п}} = K_{\text{л1}} \cdot K_{\text{п}} \cdot M_{\text{п}},$$

де $Q_{\text{п}}$ – маса підкормки, яку використовують для підкормки, т,

$K_{\text{л1}}$ – кількість лож яка необхідна для початку росту;

$K_{\text{п}}$ – кількість підкормок з квітня по липень: 10 (з інтервалом в 7 діб), 7 (з інтервалом в 10 діб);

$M_{\text{п}}$ – маса підкормки на одне ложе (0,114-0,159 т).

Кількість підкормки, яку вносять на усі ложа (за сезон, рік) визначається за формулою:

$$Q_{\text{п1}} = K_{\text{л}} \cdot K_{\text{п1}} \cdot M_{\text{п}},$$

де $Q_{\text{п1}}$ – маса підкормки, яку вносять на усі ложа;

$K_{\text{л}}$ – кількість лож по вермигосгодарству; шт.;

$K_{\text{п1}}$ – кількість підкормок. (9-14 шт);

$M_{\text{п}}$ – маса підкормки на одне ложе (0,114-0,159 т).

3.3. Кількість маточного поголів'я черв'яків для заселення початкових лож у квітні.

На одне ложе 2 м² заселяють різну кількість черв'яків (від 5 до 30 тис шт). Від пари черв'яків можна одержати до 1500 молодих особин за рік. Кількість черв'яків для заселення початкових лож визначається за формулою:

$$K_{\text{ч}} = K_{\text{л1}} \cdot H_{\text{з}},$$

де $K_{\text{ч}}$ – кількість черв'яків для заселення, шт.;

$K_{л1}$ – кількість лож яка необхідна для початку роботи, шт;

H_3 – норма заселення на 2 м^2 (4, 5, 6, 7 тис, і т.д.).

3.4. Кількість черв'яків для заселення усіх лож у вермигосподарстві.

При визначенні кількості черв'яків, якими необхідно заселити усі лежа враховують кількість лож, які плануються в господарстві за рік, і норму заселення:

$$K_{ч1} = K_{л} \cdot H_3,$$

де $K_{ч1}$ – кількість черв'яків для заселення усіх лож в господарстві, шт.;

$K_{л}$ – кількість лож по всьому вермигосподарству;

H_3 – норма заселення одного лежа (4...30 тис).

4. Одержання біотехнологічної продукції – черв'ячної біомаси і біогумусу

4.1. Визначення кількості біогумусу, одержаного із квітневих лож.

Біогумус – продукт переробки органічних відходів червоними каліфорнійськими черв'яками. Накопичення гумусу у ложі проходить поступово, час дозрівання біогумусу становить близько 6 місяців. Враховуючи те, що із однієї тони субстрату виходить 50-60% біогумусу, коефіцієнт трансформації становить 0,5-0,6. Кількість біогумусу визначається за формулою:

$$B_i = (B_c + Q_n) \cdot K_T,$$

де B_i – маса біогумусу, т;

B_c – маса базового субстрату, який використовується для закладки перших лож. т;

K_T – коефіцієнт трансформації (0,5-0,6);

Q_n – маса субстрату, який використовується для підкориш, т.

4.2. Визначення кількості біогумусу, який можливо одержати при переробці усього субстрату за рік.

Для визначення цього показника необхідно сумувати масу базового субстрату, а також масу підкормки, яку використовуємо для верми культивування на протязі сезону. Субстрат, який згодували у липні - жовтні, у квітні вже буде готовим біогумусом. Визначається за формулою:

$$B_{ip} = (B_{бср} + Q_n) \cdot K_T,$$

де B_{ip} – кількість біогумусу, яку можливо отримати при переробці закладеного субстрату, т;

$M_{бср}$ – маса базового субстрату за рік, т;

Q_n – маса підкормки за рік, сезон, т;

K_T – коефіцієнт трансформації (0,5-0,6).

4.3. *Визначення кількості черв'яків, які одержуємо за сезон.*

Враховуючи те, що одна особина може лати до 700 штук черв'яків за рік, то за сезон з квітня по жовтень (6 міс.) цей показник становить 300-350 штук. Визначення цього показника проводимо із врахуванням початкової кількості черв'яків, яку заселили у квітні. Розрахунок проводиться за формулою:

$$K_{чз} = K_{ч} \cdot П_{ч},$$

де $K_{чз}$ – кількість одержаних черв'яків за сезон в господарстві, виходячи із початкової щільності заселення лож, шт.; $K_{ч}$ – кількість черв'яків для заселення, шт.;

$П_{ч}$ – кількість потомства від одного черв'яка за сезон (300-350 шт.).

4.4. *Визначення кількості черв'ячної біомаси, яку можна використовувати тля годівлі сільськогосподарських тварин та птиці.*

Враховуючи те, що для статевого дозрівання черв'яків необхідно 90-100 діб, то черв'яки, які народитись в квітні, можуть давати потомство. Щоб визначити масу черв'яків, яку можна використати для годівлі тварин, враховуємо різницю між кількістю черв'яків, яка утвориться за сезон, і тією кількістю, яка необхідна для заселення усіх лож в господарстві (маточним поголів'ям). Визначається за формулою:

$$M_{чб} = (K_{чз} - K_{ч1}) \cdot m_{ч},$$

де $M_{чб}$ – маса черв'яків, яку можна використовувати для годівлі сільськогосподарських тварин:

$K_{чз}$ – кількість черв'яків, які утворились із квітневих лож за сезон, шт.;

$K_{ч1}$ – кількість черв'яків для заселення усіх лож в господарстві, шт.;

$m_{ч}$ – середня маса одного черв'яка (з урахуванням того, то в залежності від віку їх маса різниться) 0,00035-0,0008 кг.

5. Використання черв'ячної біомаси у годівлі сільськогосподарських тварин

5.1. *Визначення поголів'я тварин і птиці яким можна згодувати черв'ячну біомасу.*

Черв'ячна біомаса багата на білок, в 1 кг сухої речовини міститься 60-86 % білка, який є біологічно повноцінним, оскільки містить усі незамінні амінокислоти. Її можна використовувати як білкову домішку до раціонів. Черв'яків можна згодувати ВРХ, свиням, птиці, рибі як в сирому, так і у вареному вигляді, а також у вигляді борошна. Норма споживання повноцінного білка повинна становити 10 % від загальної кількості білка і повністю задовольняється при додаванні в корм 1 г

черв'яків на 1 кг живої маси на добу. Введення в раціони черв'ячної біомаси призводить до підвищення продуктивності тварин і птиці до 25 %. Розраховується за формулою:

$$n_j = M_{чб}/m_3,$$

де n_j – поголів'я тварин та птиці, гол.;

$M_{чб}$ – маса черв'яків, яку можна використовувати для годівлі тварин, кг;

m_3 – маса черв'яків, яку можна згодувати одній голові за рік, період відгодовлі (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Допустимі норми згодовування черв'ячної біомаси для сільськогосподарських тварин і птиці

Види тварин	Маса черв'яків на голову, кг	
	За рік	За період відгодовлі
Корови, ВРХ на відгодовлі	18-90	-
Свині	7,3-10,9	3,2-5,0
Доросла птиця	0,73-1	-
Курчата-бройлери	-	0,1-0,16

5.2. Вихід білкового борошна з черв'ячної біомаси.

З метою поліпшення технологічності використання черв'ячної біомаси, з неї доцільно одержувати білкове борошно. До складу борошна входить 70 % білка, 7-8 % жиру. Визначається за формулою:

$$ЧБ = M_{чб} \cdot K_б,$$

де ЧБ – вихід черв'ячного борошна, кг;

$M_{чб}$ – маса черв'яків, яку можна використовувати для годівлі тварин, кг;

$K_б$ – коефіцієнт виходу черв'ячного борошна (0,18-0,23).

5.3. Одержання повноцінних білків за рахунок черв'ячної біомаси.

Білки рослинного походження, які одержують тварини із кормом (зернові, злакові, бобові). мають меншу біологічну повноцінність, ніж білки тваринного походження. Виробляючи борошно із черв'яків, білок якого за амінокислотним складом аналогічний білку рибного борошна, господарство спроможне буде замінити ним дорогі і дефіцитні корми тваринного походження – рибне, м'ясне борошно, сухе молоко тощо. Визначення проводиться за формулою:

$$ПБ_ч = (ЧБ \cdot ВБ)/100,$$

де $ПБ_ч$ – маса повноцінних білків, одержаних із черв'ячної біомаси, кг;

ЧБ – вихід черв'ячного борошна, кг;

ВБ – вміст білка у черв'ячному борошні (55-70 %).

6. Визначення виходу залишкової продукції

Після зброджування гнойової біомаси і одержання біогазу залишається тверда фракція гною (шлам) і надосадова рідина (рідка фракція). Кількість твердої і рідкої фракції залежить як від вологості гною, який завантажується, так і вологості фракцій, які одержуємо (твердої і рідкої). В середньому з 1 кг органічної речовини, біологічно розкладеної на 70 %, можна одержати 0,5 кг біогазу, 0,2 кг води і 0,3 кг нерозщепленого залишку шламу. Поділ біомаси після зброджування в реакторі на тверду і рідку фракції можна проводити з допомогою сепаратора (центрифуги) або віброгрохота.

6.1. Вихід твердої фракції (шламу).

Тверда фракція гною містить значну кількість поживних речовин і може використовуватись як цінне знешкоджене органічне добриво або кормові добавки. Анаеробна ферментація гнойової біомаси супроводжується зменшенням у шлам майже на 50 % сухої органічної речовини порівняно з вихідним гноєм за рахунком включення 10-15% вуглецю субстрату у мікробіальну масу, а також у такі компоненти біогазу, як метан і діоксид вуглецю.

Склад шламу залежить від хімічного складу вихідної сировини, а також параметрів процесу біометаногенезу. При зброджуванні гною в ньому зберігаються необхідні для рослин біогенні елементи (N, P, K) і поживні речовини знаходяться в більш доступній формі, що забезпечує підвищену біологічну активність шламу як органічного добрива. Крім того, шлам містить значну кількість білків і вітаміну B₁₂, за рахунок чого його можна використовувати як білково-вітамінну кормову добавку.

Річний вихід твердої фракції визначається за формулою:

$$M_{\text{ш,річн}} = Q_{\text{Г річн}} \cdot (W_{\text{ч}} - W_{\text{Г}}) / (W_{\text{ч}} - W_{\text{ш}}),$$

де $M_{\text{ш,річн}}$ – річна маса шламу, т;

$Q_{\text{Г річн}}$ – річний вихід гною, г;

$W_{\text{ч}}$ – вологість рідкої фракції, % (98-99);

$W_{\text{Г}}$ – вологість гною, що завантажується, % (88-92);

$W_{\text{ш}}$ – вологість шламу, % (87).

Відносний вихід шламу: $M'_{\text{ш,річн}} = (M_{\text{ш,річн}} \cdot 100) / Q_{\text{Г річн}}$.

Добовий вихід шламу визначається за формулою: $M_{\text{ш,доб}} = M_{\text{ш,річн}} / 365$.

6.2. Вихід рідкої фракції.

Рідка фракція містить у середньому: сухої речовини – 1,0-5,0; органічної речовини – 0,25- 4,2; фосфору – 0,05-0,7; азоту – 0,31-1,14; рН

рідкої фракції – 6,5-8,3. Рідка фракція після анаеробної переробки гною відповідає вимогам, які пред'являються органами охорони природи до якості стічних вод. Оскільки вона містить значну кількість поживних речовин, то може використовуватись як рідке органічне добриво, а також може бути субстратом для вирощування гідробіонтів (мікрводоростей) і частіше спіруліни (синє-зеленої водорості), яка в свою чергу, є цінною білковою і вітаміно-мікрмініеральною кормовою добавкою до раціонів сільськогосподарських тварин, а також сировиною для фармацевтичної промисловості.

Річний вихід рідкої фракції визначається за формулою:

$$M_{q,річн} = Q_{Г\,річн} \cdot (W_q - W_{Г}) / (W_q - W_{ш}),$$

де $M_{q,річн}$ – річна маса рідкої фракції, т.

Відносна кількість рідкої фракції: $M'_{q,річн} = (M_{q,річн} \cdot 100) / Q_{Г\,річн}, \%$.

Добовий вихід рідкої фракції визначається за формулою:

$$M_{q,доб} = M_{q,річн} / 365.$$

Контрольні питання

1. Що таке вермикомпостування?
2. Особливості процесу вермикультивування.
3. Основні етапи утилізації відходів при вермикомпостуванні.
4. Охарактеризувати причини поширення вермикомпостування у господарствах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 12 методів в картинках: мікроскопія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-mikroskopiia>.
2. 12 методів в картинках: очистка молекул і поділ сумішей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-ochistka-molekul-i-razdelenie-smesei>.
3. *Біологія*. Мікробіологія: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад.: А.Р. Перебинос, Т.І. Кривомаз, Т.М. Ткаченко. – Київ: КНУБА, 2020. – 72 с.
4. Жукова О.Г. Біотехнологія: конспект лекцій / О.Г. Жукова, Л.О. Василенко, Т.І. Кривомаз. – К.: КНУБА, 2017. – 48 с.
5. *Голубнича В.М.* Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки: монографія / В.М. Голубнича, М.В. Погорєлов, В.В. Корнієнко. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 123 с.
6. *Кривомаз Т.І.* Оцінка впливу систем вентиляції на мікробіологічну безпеку та мікрокліматичні умови приміщень / Т.І. Кривомаз та ін. // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2021. – 12. – С. 21-32.
7. *Кривомаз Т.І.* Мікологічні пошкодження дерев'яних конструкцій в будівництві / Т.І. Кривомаз, А.Р. Перебинос // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2016. – Вип. 61. – С. 227-231.
8. *Мікроскопія* в домашніх умовах [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://biomolecula.ru/articles/mikroskopiia-v-domashnikh-usloviakh>.
9. *Онлайнові лабораторії* [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.osp.ru/pcworld/2011/08/13009865/>.
10. *Прикладна біотехнологія і молекулярна мікробіологія* [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://biomolecula.ru/articles/prikladnaia-biotekhnologiiia-i-molekuliarnaia-mikrobiologiiia-prakticheskoe-rukovodstvo-dlia-studentov-ili-kak-zapatentovat-biopreparat](https://biomolecula.ru/articles/prikladnaia-biotekhnologii-i-molekuliarnaia-mikrobiologiiia-prakticheskoe-rukovodstvo-dlia-studentov-ili-kak-zapatentovat-biopreparat).

Завдання

№ 1

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Річний вихід гною, т	9283,5	6583,2	2364,8	4536,9	4268,1	2349,7	7436,1	2214,7	4512,3	7531,4
Добовий вихід гною, т	25,4342	18,03	6,47	12,42	11,69	6,43	20,37	6,06	12,36	20,63
Маса природних мінералів на рік, т	1856,1	1236,6	2345,6	4236,1	1278,6	2475,6	1248,9	1978,1	1854,4	1567,4

№ 2

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Загальна маса проферментованого субстрату, т	211,52	314,38	245,7	756,7	423,8	556,4	556,7	478,2	632,4	741,6
Маса субстрату із посліду птиці, т	12	14	15	18	20	15	20	14	16	17
Площа під ложа, м ²	9465									

№ 3

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість лож для початку роботи	Взяти з попередньої таблиці									
Кількість підкормок з квітня по липень	3 інтервалом в 7 діб	3 інтервалом в 10 діб	3 інтервалом в 7 діб	3 інтервалом в 10 діб	3 інтервалом в 7 діб	3 інтервалом в 10 діб	3 інтервалом в 7 діб	3 інтервалом в 10 діб	3 інтервалом в 7 діб	3 інтервалом в 10 діб
Норма заселення на 2 м ² , тис. шт..	4	5	8	7	9	30	25	19	16	12

№ 4

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса базового субстрату для закладки перших лож, т	Взяти з попередньої таблиці									
Маса субстрату для підкормки, т	Взяти з попередньої таблиці									
Маса базового субстрату, т	Взяти з попередньої таблиці									
Маса підкормки за сезон, т	Взяти з попередньої таблиці									
Кількість черв'яків для заселення, тис шт	4	5	8	7	9	30	25	19	16	12
Кількість черв'яків для заселення усіх лож в господарстві, шт	Взяти з попередньої таблиці									

№ 5

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса черв'яків, яку можна використати для годівлі тварин, кг	2787918,016	1016025	845239	1231426	1245202	1203561	2356481	1235689	8361241	121415
Вид тварин	ВРХ	Птиця доросла	Свині	ВРХ	Птиця доросла	Свині	ВРХ	Птиця доросла	Свині	ВРХ
ВБ	55	62,1	65,3	58,1	59,3	63,1	68,7	51,9	69,9	67,3

№ 6

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Річний вихід гною, т	9283,5	6583,2	2364,8	4536,9	4268,1	2349,7	7436,1	2214,7	4512,3	7531,4
Вологість рідкої фракції.%	98	99	98	99	98	99	98	99	98	99
Вологість гною, що завантажується, %	88	89	90	91	92	88	89	90	91	92
Вологість шламу,%	87									

Для нотаток

Для нотаток

Навчально-методичне видання

БІОТЕХНОЛОГІЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальностей 101 «Екологія»
і 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Укладачі: **Перебинос** Альона Ростиславівна
Кривомаз Тетяна Іванівна
Жукова Олена Григорівна

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *А.І. Яцемирської*

Підписано до друку 2021. Формат 60x84_{1/16}
Ум. друк. арк. 2,56. Обл.-вид. арк. 2,75.
Електронний документ. Вид №69/III-21

Виконавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський університет, 31, Київ, Україна, 03680
Віддруковано в редакційно-видавничому відділі

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №808 від 13.02.2002 р.