

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища
та лісового господарства

05-02-444М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами «Технології захисту
навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища» галузі знань 18 Технології захисту
навколишнього середовища та «Екологія» спеціальності 101
«Екологія» галузі знань 10 Природничі науки
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
ННІ агроєкології та землеустрою
протокол № 11 від 07.02.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Біологічні методи захисту довкілля» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Технології захисту навколишнього середовища» та «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» галузі знань 10 Природничі науки денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Ковальчук Н. С., Іванов Ю. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 46 с.

Укладачі: Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцентка кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства; Іванов Ю. В., к.е.н., доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Статник І. І.

Керівник групи забезпечення Спеціальності 101 «Екологія»

Буднік З. М.

© Н. С. Ковальчук, 2024

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота № 1. Біотестування фітотоксичності речовин, що містяться у воді або ґрунті.....	4
Практична робота № 2. Методи визначення впливу шкідливих речовин, що містяться у стічних водах.....	6
Практична робота № 3. Використання молочнокислого бродіння в екобіотехнологіях.....	8
Практична робота № 4. Оцінка якості бджолиного меду.....	11
Практична робота № 5. Методи визначення забруднення кормів пестицидами.....	12
Практична робота № 6. Приготування субстратів для вермикомпостування.....	14
Практична робота № 7. Ефективність перетворення біопалива в теплову або електричну енергію.....	19
Практична робота № 8. Аналіз мікрофлори води та повітря.....	21
Практична робота № 9. Вимір абіотичних параметрів навколишнього середовища.....	25
Практична робота № 10. Вплив антропогенних факторів на мікрофлору ґрунту.....	29
Практична робота № 11. Методи очищення поверхні водоймищ від нафти і нафтопродуктів.....	35
Практична робота № 12. Дослідження прямого перетворення сонячної енергії в електричну.....	37
Питання для самостійного опрацювання.....	43
Рекомендована література.....	44

Вступ

Найважливіша роль у питаннях захисту та охорони навколишнього середовища належить біології. Екологія в традиційному розумінні є біологічною дисципліною і вивчає взаємини організмів, включаючи людину, між собою та з навколишнім середовищем. Подальший розвиток біології та впровадження її досягнень у практику - один з головних шляхів виходу з екологічної кризи. Велику роль при цьому відіграє біотехнологія, яка дозволяє вирішувати ряд екологічних проблем, включаючи захист навколишнього середовища від промислових, сільськогосподарських і побутових відходів, деградацію токсикантів, що потрапили в середовище, а також створює маловідходні промислові процеси отримання харчових і лікарських речовин, кормів, мінеральної сировини, енергії. Екологія та біотехнологія взаємодіють як через продукти, так і через технології. В цілому це сприяє екологізації антропогенної діяльності і виникнення більш гармонійних відносин між суспільством і природою.

Мета вивчення видів біологічних методів захисту довкілля: обґрунтування природозахисних технологій, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому; науково-обґрунтовані технічні, технологічні та організаційні заходи щодо запобігання забруднення довкілля.

Завданням є навчитися оцінювати рівні шкідливого впливу на компоненти довкілля антропогенних навантажень; попереджувати забруднення довкілля та кризових явищ і процесів; прогнозувати зміни стану довкілля спрямованих на засвоєння основних сучасних концепцій здійснення моніторингу НПС; аналізувати та оцінювати вплив господарської діяльності на довкілля.

Практична робота № 1

Тема. Біотестування фітотоксичності речовин, що містяться у воді або ґрунті

Мета роботи: навчитися визначати фітотоксичні речовини, що містяться у воді і ґрунті.

Процеси урбанізації безжалісно поглинають потужні сільськогосподарські землі. Все більші території займаються під смітники, відвали, сховища, могильники. В даний час використовується усе більше і більше пестицидів, а вони - залишаються в ґрунті. На величезних площах зростає концентрація неорганічних

іонів, у той час як концентрація органічних речовин (живильна основа ґрунту) - падає. Важким забруднювачем ґрунту є нафта і нафтопродукти. Природна ґрунтова мікрофлора здатна руйнувати такі забруднення, але природні сили ґрунту - дуже малі і не справляються з величезною кількістю забруднень. При будь-якій серйозній спробі рекультивувати сильно забруднену землю, необхідним буде цілий ряд технологій, що включають використання штамів, отриманих методами генної інженерії, застосування полімерів, глибоку оранку й аерацію.

Матеріали і обладнання: термостат; пінцет; леза; скляна воронка; фільтрувальний папір; пеніцилінові флакони; чашки Петрі; предметні скельця; піпетки на 5 мл; досліджувані зразки ґрунту; насіння пшениці елітного сорту; 2% розчин цукрози

Хід роботи:

Дана робота виконується за 3 етапи

1 етап - отримання зразків біоіндекаторної тест-системи

1. Приготувати 200 мл 1% розчину $KMnO_4$.

2. Відібрати 50 зерен пшениці у 5 повторностях.

3. Обробити насіння у розчині $KMnO_4$ на протязі 20 хвилин.

Промити насіння проточною водою.

4. Розкласти пшеницю по 50 шт. на вологий фільтрувальний папір та поставити у термостат при температурі $25\text{ }^{\circ}C$ на 3 доби.

2 етап - підготовка досліджуваних зразків до тестування

5. Відібрати проростки з довжиною колеоптелю - 2-3 см.

6. На предметному склі охайно відрізати самий кінчик колеоптилю (2 мм). За допомогою лінійки відрізати наступні 5 мм колеоптилю, в якому знаходиться зона розтягнення клітин та помістити його у чашку Петрі з дистильованою водою на 10 хв.

7. Приготувати 2% розчин цукрози.

8. Приготувати витяжки з ґрунту: 10 г розтертого зразку ґрунту залити 25 мл дистильованої води. Сильно збовтувати суспензію на протязі 10 хв. Далі суспензії відстоятись. Отриману витяжку з ґрунту профільтрувати.

9. Зробити серію розчинів витяжки з ґрунту методом послідовного розбавлення вихідного зразку в 2 рази.

10. У підготовлені серії розчинів: 1 - 0,5 - 0,25 в пеніцилінових флаконах (10 мл витяжки) помістити по 10 відрізків колеоптелів пшениці. Повторність кожного варіанту досліду - 3-х кратна. В якості контролю приймається показник розтягнення колеоптелів у

дистилюваній воді. Поставити флакони у термостат при температурі 25 °С на 3 доби. 3 етап - визначення фітотоксичної дії витяжки з ґрунту

11. Виміряти довжину відрізків колеоптилів у кожному варіанті досліду.

12. Обробити отримані дані за формулою:

$$T = \frac{L_0}{L_k - L_0} \cdot 100\%,$$

де T - показник фітотоксичної дії зразку, %; L_0 - довжина колеоптилю у дослідних зразках, мм; L_k - довжина колеоптилю у контролі, мм.

13. Результати обробити статистично.

14. За отриманими даними побудувати гістограму та зробити висновок.

Практична робота № 2

Тема. Методи визначення впливу шкідливих речовин, що містяться у стічних водах

Мета роботи: визначення впливу шкідливих речовин, що містяться у стічних водах та їх біологічна очистка.

Метод оснований на манометричному визначенні змін ходу біохімічного споживання кисню за додавання досліджуваної речовини і штучного стоку, що імітує фекальні води.

Основним приладом є склянка (колба) із шліфом ємністю 50 мл, яку герметично закривають гумовою пробкою, через яку проходить бактеріологічна піпетка на 2 мл з поділками. Край піпетки розташований безпосередньо біля дна склянки. У результаті надлишкового тиску рівень досліджуваного середовища піднімається у піпетці, за яким по шкалі відраховують потребу у кисні. Безпосередньо під пробкою скріплений манжет із фільтрувальним папером (близько 0,5 м ширини), насиченим лугом. Під манжетом на піпетці наносять тонке коло рамсеєвського жиру для шліфів, що попереджує стікання лугу у середовище. Під час виконання досліду склянки мають бути герметично закриті. Їх ставлять у ванни з водою певної температури і поміщають у термостат.

Кількість спожитого кисню у досліді визначають зміною об'ємів і тиску повітря, що є над субстратом і над розчином солі, якщо у всіх склянках витримано такі вимоги: рівний барометричний тиск, температура і пружність водяних парів, повне поглинання CO₂ лугом на манжеті.

Матеріали і обладнання: штучно створені стічні води.

Хід роботи:

Попередньо приготовлені суміші ввести піпеткою по 10 мл у склянки, які залишають відкритими на дві години. За цей період мікрофлора адаптується до нових умов, а також закінчуються можливі хімічні реакції між поживним середовищем і досліджуваною речовиною, які в подальшому не зможуть спотворювати хід біохімічних реакцій. Перед закриттям склянок пробками необхідно зволожити манжет із фільтрувального паперу на піпетки двома краплями дистильованої води і однією краплею 30% розчину гідроксиду натрію. Після їх закриття у склянки ввести піпеткою за допомогою гумової груші трохи повітря. При цьому у них створюється дещо підвищений тиск, в результаті чого субстрат піднімається в піпетці до певного рівня, від якого в подальшому беруть відлік виміру. Далі склянки встановити на водяній бані, яку переносять у термостат з температурою 25 °С. Через півгодини відмітити положення рівня в піпетках, який приймають за вихідний. Час досліду відрахувати з моменту першого відліку. В перші години досліду відрахувати зміни тиску в часовому інтервалі; подальші інтервали збільшити відповідно до задачі експерименту.

За результатами досліду побудувати графіки на напівлогарифмічному папері. На логарифмічну шкалу нанести час в годинах, на лінійну шкалу - споживання кисню в мг/л. Експериментально було підтверджено, що першу фазу біохімічного споживання кисню можна зобразити прямою, що перетинає логарифмічну шкалу в точці 10 (дані, отримані на початку досліду за 0,5 год не беруться до уваги). Величина 10 вважається найважливішою для характеристики протікання процесу, так само як і величина a , яка свідчить про споживання кисню за 24 год після закінчення часу розбігу (за час $10 + 24$ год.).

2. При дослідженні токсичності з практичною метою небажано контролювати споживання кисню кожену годину, вказану пряму будують із двох точок, причому перші із них - за величини споживання кисню 30 мг/л. Вважають, що пристосування інокулята в цей час уже закінчено. Другу точку отримують за величини споживання кисню, яку буде досягнуто через 24 год після часу встановлення величини 30 мг O_2 /л. Через точки 1 і 2 в напівлогарифмічних координатах проводять пряму, яка перетинає вісь часу в точці 10. Величину відраховують на цій прямій для часу $10 + 24$. Для більш точного визначення обох точок

відліку провести в період після споживання 30 мг/л кисню і через 24 год, 2-3 рази в інтервалі 30 хв.

Практична робота № 3

Тема. Використання молочнокислого бродиння в екобіотехнологіях

Мета роботи: розгляд збудників молочнокислого бродиння, визначення продукти бродиння.

Здавна людина використовує діяльність молочнокислих бактерій. Молочнокислі бактерії здійснюють найбільш розповсюджені у природі процес молочнокислого бродиння, який, завдяки консервуючій і стерилізуючій дії, що ґрунтується на підкисленні середовища до значення $pH < 5$ широко використовується в сільському та домашньому господарстві, у молочній промисловості. Їх представники мають такі основні властивості:

- утворюють молочну кислоту;
- позитивно фарбуються за Грамом;
- не утворюють спори; нерухливі;
- коки чи палички; вимогливі до джерела азоту;
- не утворюють каталазу;
- анаероби (мають бродильний тип метаболізму);
- аеротолерантні.

При виготовленні кисло-молочних продуктів мають місце процеси, в яких бактерії розщеплюють вуглеводи молока з утворенням молочної кислоти та деяких інших речовин. Молочна кислота денатурує білок казеїн, в результаті чого він випадає в осад. В залежності від виду молочнокислих бактерій, а також від властивостей вихідного матеріалу бродиння, одержують той чи інший продукт з характерним смаком, ароматом та іншими властивостями. При виробництві сиру тверді згустки, які складаються з білка і жирів, відокремлюють від сироватки і потім інокують різними видами молочнокислих бактерій і (або) мікроскопічними грибами. Деякі знамениті сорти сиру визрівають, набуваючи специфічних смакових властивостей, завдяки життєдіяльності різних видів *Penicillium*.

Молочнокислі бактерії застосовують також для приготування різноманітних маринадів, для сквашування овочів. При цьому рослинна сировина витримується у сольовому розчині, де під впливом спонтанної мікрофлори розпочинається молочнокисле бродиння. Наприклад, у дрібно посіченій, посоленій та добре спресованій капусті

бродиння проходить за участю *Leuconostoc* (з утворенням CO_2), а потім *Lactobacillus plantarum*. У розсолі огірків розвивається огіркова паличка *Lactobacillus cucumeris*.

Молочнокислі бактерії, що мешкають на рослинах відіграють основну роль при силосуванні кормів. Вони зброджують цукри рослин до молочної і частково оцтової кислот, знижуючи рН соковитих кормів до 4,2-4,0. Це призводить до пригнічення розвитку гнилісних та інших бактерій, що спричинюють псування кормів. Для силосування сировина повинна мати достатній вміст цукрів, тому інколи додатково додають мелясу. Важливо також створити анаеробні умови шляхом пересування кормів.

Недотримання умов силосування кормів, технології виготовлення та вимог до зберігання кисломолочних продуктів та сквашених овочів сприяє розвитку інших мікроорганізмів та пригніченню молочнокислих бактерій. За таких обставин у складі мікрофлори розсолів тощо можлива присутність дріжджів, дріжджоподібних грибів (*Oidium lactis* - молочна цвіль), гіфальних грибів, пропіоновокислих та оцтовокислих бактерій, бацил, мікрококів та ін. Молочна цвіль окислює молочну кислоту, яку продукують бактерії, до CO_2 та H_2O . При цьому знижується кислотність, що створює сприятливі умови для розвитку гнилісних бактерій. Показниками якості молочнокислих продуктів є наявність активної мікрофлори та молочної кислоти.

Матеріали та обладнання: склянка, скляна паличка, молоко, NaOH , фенолфталеїн, реактив (5% розчин карболової кислоти і 5% розчин хлорного заліза (1:2)), кисле молоко, мікробіологічні петлі, предметні скельця, суміш спирту з ефіром (1:1), метиленовий синій, мікроскопи, імерсійне масло.

Завдання

1. Визначити кількість утвореної молочної кислоти;
2. Провести якісну реакцію на молочну кислоту;
3. Розглянути під мікроскопом молочнокислі бактерії.

Хід роботи:

1. *Визначення кількості молочної кислоти.* У хімічну склянку налити 10 мл кисломолочного продукту і відтитрувати його 0,1 н NaOH у присутності фенолфталеїну до появи рожевого забарвлення. Визначити процентний вміст молочної кислоти та кислотність продукту в градусах Тернера ($^{\circ}\text{T}$). Обчислення проводити, враховуючи, що 1 мл 0,1н NaOH відповідає 0,009 г молочної кислоти, а 1 мл 0,1н

№ОН, що йде на титрування 100 мл продукту, відповідає 1°Т. Оцінити якість кисломолочного продукту (кислотність солодкого молока 15-18°Т, кисломолочних продуктів 65-95°Т).

Дослід на молочнокисле бродіння закласти у 2 широких пробірках, в які налити по 10 мл свіжого молока, закрити ватними корками і помістити в термостат при температурі 30°С на 4-5 днів.

На наступному занятті вміст однієї пробірки перелити в колбу на 100 мл (перемішуючи скляною паличкою і поступово ополіскуючи в 20 мл дист. води). Додати 2-3 краплі фенол-фталеїну і титрувати 0,1н розчином №ОН. Визначити градуси Тернера і кількість утвореної молочної кислоти. За різницею (мг) молочної кислоти в молоці до і після досліду розрахувати, яка її кількість утворилась при молочнокислому бродінні.

2. *Якісна реакція на молочну кислоту.* Для виявлення молочної кислоти використати реактив, який складається з суміші 5%-них розчинів карболової кислоти і хлорного заліза (1:2), розведених подвійною кількістю води. Він має аметистово-синій колір. В присутності молочної кислоти це забарвлення переходить в солом'яно-жовте за рахунок утворення молочнокислого заліза. Реакцію проводять у фарфорових чашках, додаючи реактив до кількох крапель сироватки.

3. *Мікроскопування молочнокислих бактерій.* Для вивчення молочнокислих бактерій приготувати мазок з кислого молока. Набрати петлею згусток, розмазати по склі і висушити на повітрі. Мазок зафіксувати сумішшю спирту з ефіром (1:1), кілька разів наливаючи її на предметне скло. При такій фіксації мікроорганізми прилипають до скла, а жир розчиняється і вимивається з мазка. Після фіксації препарат зафарбувати метиленовою синькою (протягом 5 хв), розглянути в імерсійній системі і замалювати.

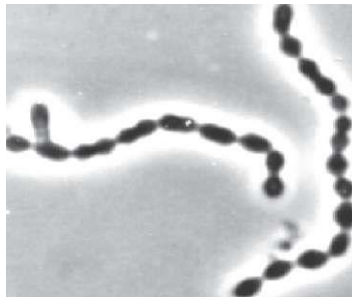


Рис. 3.1. *Streptococcus lactis*. Збільшення 1500X. (Т.Д. Brock, Університет Wisconsin-Madison, США)

Практична робота № 4

Тема. Оцінка якості бджолиного меду

Мета роботи: набуття навичок у використанні меду, як екологічного індикатора стану забруднення навколишнього середовища.

Мед є продуктом переробки бджолами нектару квіткових рослин. Нектар містить воду, фруктозу, глюкозу, невелику кількість органічних кислот, ефірних олій, азотовмісних сполук, мінеральних речовин, тощо. Цей продукт використовують з лікувальною метою, оскільки в ньому гинуть дизентерійна та кишкова палички, стрептококи і стафілококи. Мед істотно може відрізнитися за такими властивостями як густина, колір, запах, смак.

Отже, бджоли можна використовувати, як екологічний індикатор стану забруднення навколишнього середовища. Досить поширеним явищем є фальсифікація меду, тому необхідно вміти визначати його якість та біологічну активність.

Матеріали і обладнання: пробірки, мірні циліндри на 10 мл, скляні палички, ложечки, шпателі, хімічний олівець, фільтр, папір, лійки, предметні стекла і покривні скельця, мікроскоп, проби меду, дистильована вода, 5%-й розчин йоду, ацетатна та хлоридна кислоти, етанол, розчин AgNO_3 $C = 0,1$ моль/л; діетиловий ефір; 1%-й розчин резорцину; розчин гліцерину з желатином, основний фуксин, 10%-й розчин меду.

Хід роботи:

1. Визначити механічні домішки меду.

У пробірку налити 2 мл меду, долити 5 мл дистильованої води. Мед розчиняється, а домішки осідають на дно або спливають на поверхню.

2. Визначити домішки борошна або крохмалю.

У пробірку до 2 мл меду і 5 мл дистильованої води додати розчин йоду. За наявності домішок борошна чи крохмалю розчин забарвлюється в синій колір.

3. Визначити домішки крейди.

До водного розчину меду додати кілька крапель ацетатної кислоти або оцту. За наявності крейди мед піниться (виділяється CO_2).

4. Визначити домішки крохмальної патоки.

До водного розчину меду (1:2 чи 1:3) додати 96%-й етанол. За наявності патоки розчин набуває молочно-білого кольору, а після відстоювання на дні залишається напіврідка маса декстрину. За

відсутності патоки розчин стає прозорим, а на межі "мед-спирт" утворюється невелика каламуть, яка при збовтуванні зникає.

5. Визначити домішки цукрового сиропу.

До 10%-го розчину меду додають AgNO_3 або ляпіс. Поява білого осаду свідчить про наявність домішок.

6. Визначити домішки інертного цукру (реакція Саліванова).

До 5 г меду додають ефір (для зв'язування фруктози). Ефірний розчин профільтровують у фарфорову чашку, випарюють і до залишків додають 1%-й свіжоприготовлений розчин резорцину в концентрованій хлоридній кислоті. Поява оранжево-вишнево-червоного забарвлення свідчить про наявність інертного цукру.

7. Визначити зрілість меду

Мед набрати на ложечку і обертати її навколо своєї осі. Зрілий мед намотується на ложечку і стікає з неї безперервними нитками; незрілий просто стікає з ложечки. Визначення слід проводити за температури 20°C , оскільки вона впливає на густину меду.

8. Визначити вологість меду (до 21,5% за стандартом)

Краплю меду нанести на папір і занурити у неї хімічний олівець. Якщо утворюється чорна пляма, то вологість меду висока, якщо ні – мед придатний до вживання.

Практична робота № 5

Тема. Методи визначення забруднення кормів пестицидами

Мета роботи: ознайомлення з видами отруєнь і виявлення різних ознак інтоксикації організму. Розрахунок летальної, середньо смертельної і смертельної дозу токсичної речовини. Основні методи детоксикації організму.

Об'єктом згубного впливу на біоценози є токсиканти, які реалізують свою дію через вплив на біологічні організми у довкіллі. Токсикантом є чинник з притаманними лише йому фізичними, хімічними, фізико-хімічними та медико-біологічними властивостями, які викликають патологічні зміни до розвитку незворотних уражень органів чи екологічних систем.

Під час проведення екотоксикологічних досліджень встановлено основні показники токсичності можливого шкідливого впливу потенційного токсиканту, до яких належить:

- граничнодопустима концентрація (ГДК) - норматив, що регламентує безпечне для людини забруднення довкілля токсикантами

і є критерієм оцінки стану повітря робочої зони, атмосфери, води, ґрунту та продуктів харчування;

- орієнтовно-безпечний рівень впливу токсиканту у повітрі та воді визначається розрахунковим методом на 2-3 роки;

- допустимі залишкові кількості токсикантів у харчових продуктах - максимальна кількість речовин, надходження яких в організм упродовж всього життя не викликає жодних порушень здоров'я людини.

Принцип методу заснований на витяжці препарату із проби водою та подальшим вилученням із води органічним розчинником, хроматографованим у тонкому шарі.

Матеріали і обладнання: хлороформ, рухомий розчинник н-гексан - ацетон, 1% резорцин і 10% КОН. Зразки трави, силосу та інших видів кормів.

Таблиця 5.1.

Класифікація речовин за їх небезпечністю

Показник токсичності	Норма для класу небезпечності			
	I. Надзвичайно небезпечні	II. Високо-небезпечні	III. Помірно-небезпечні	IV. Мало-небезпечні
ГДК в робочій зоні, мг/м	< 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	> 10,0
Середня смертельна доза, мг/кг при введенні в шлунок	< 15	15-150	151-5000	>5000
надшкірна	<100	100-500	5001-25000	>2500
Середня смертельна концентрація, мг/м ³	< 500	501-5000	5001-50000	> 50000

Хід роботи:

Із можливо забруднених зразків (трава, силос та ін.) взяти наважку 20 г, збовтати протягом 20 хв в 100 мл дистильованої води. Другий раз екстрагувати в 70 мл води. Водні розчини об'єднати у розподільчій воронці, додаючи 1 г повареної солі, екстрагувати три рази хлороформом по 50 мл, витяжки обезводнити безводним сірчаноокислим натрієм, фільтрувати і випарити. Сухий залишок розчинити у 0,2-0,5 мл хлороформу, нанести на пластинку і хроматографувати. Край пластинки з нанесеними розчинами повинен бути занурений у розчинник (бензол) не більш, ніж на 0,5 см. Після того, як фронт розчинника підніметься на 10 см, пластинку вийняти із камери і залишити на кілька хвилин для випаровування розчинника.

Пластинку знову помістити у камеру для хроматографування з рухомим розчинником (суміш гексана з ацетоном 1:1) і провести хроматографування, як вказано вище. Висушену пластинку обприскати проявляючим розчином.

Практична робота № 6

Тема. Приготування субстратів для вермикомпостування

Мета роботи: отримати практичні навички з виконання підготовки компостів.

Компостування – це екзотермічний процес аеробного біологічного розкладу відходів в умовах підвищеної температури та вологості. У процесі біодеградації органічний субстрат піддається фізичним та хімічним перетворенням з утворенням стабільного гуміфікованого кінцевого продукту, який використовується у сільському господарстві як добриво та як засіб, що покращує структуру ґрунтів, підвищує їх стійкість до ерозії. Відходи, що піддаються компостуванню: міське сміття, гній тваринницький ферм, відходи рослинництва, сирий активний мул тощо.

1. Ознайомлення з методологією розрахунків за прикладом.

2. Розв'язання задач за наведеним прикладом.

3. Наведення порівняльної характеристики отриманих результатів досліджень з загальноприйнятими компостів.

Субстрати готують з різних відходів, як сільськогосподарського, так і промислового виробництва. Для приготування субстратів використовують:

- практично всі види гною і пташиного посліду;
- відходи рослинництва (солома, лузга соняшника і кукурудзи, лляна костриця, стебла соняшника і кукурудзи, качани кукурудзи, відходи комбикормових заводів, листя дерев, гичка);
- побічні продукти м'ясної промисловості, мули стічних вод м'ясокомбінатів, відходи масложиркомбінатів;
- відходи консервної, рибної, крохмальної промисловості;
- органічні відходи текстильної промисловості;
- відходи пивоварної промисловості;
- торф, стружки листяних (не хвойних!) порід, картон, папір;
- органічну частину побутового сміття, мулу комунальних стоків.

Для отримання якісного субстрату висувається ряд певних вимог:

- вологість 70-80%; кислотність, рН-6,8-7,2;
- вміст протеїну не більше 30%;
- вміст целюлози не менше 20%;
- вміст оксидів заліза не більше 10%; в субстраті мають бути відсутні каміння, метал, скло.

Оптимальним субстратом для вермикомпостування є гній коней. Завдяки високому вмісту соломи, тобто целюлози, його можна використовувати як для базового субстрату, так і для підживлення в зимовий період. Середній час ферментації, необхідний для доведення величини рН до прийнятного значення, складає 5-6 місяців (таблиця 6.1.). Коров'ячий гній може також слугувати матеріалом для вермикомпостування. Його можна з успіхом використовувати для приготування базового субстрату і для підгодівлі при розведенні черв'яків. Рекомендована тривалість періоду ферментації – не менше 6 місяців.

Таблиця 6.1.

Склад субстрату і строки ферментації

Вид субстрату	Кількість добавок а) необхідних б) можливих	Час ферментації, міс	Примітка
Кінський гній	б) овочеві відходи, свіжа гичка, зелена маса бур'янів до 50%	5-6	Містить значну кількість целюлози рН(H ₂ O)=7,9-8,1
Гній великої рогатої худоби	а) 20-25% подрібненої соломи або стружки листяних порід, лузги соняшника, стебел кукурудзи, лляної костриці	6-8	Високий рН 8,1-8,4
Свинячий гній	а) до 30% подрібненої соломи	9-10	Велика кількість протеїну і низький рН
Овечий гній	а) рясне зволоження і перемішування	6-8	Високий рН 7,9-8,1
Кролячий гній	б) стружки деревних порід 10-15%	3-5	Високий рН

Курячий послід	а) подрібнена солома – 20%, торф – 10%, б) картон, папір – до 10%	11-12	Низький рН 8,1-8,4
----------------	--	-------	-----------------------

Телячий гній якісний матеріал і за своїми характеристиками подібний до коров'ячого. Проте його рекомендується піддавати хімічному аналізу на вміст протеїну, не засвоєного тваринами. На тваринницьких фермах широко використовують корми з високим вмістом протеїну, який не повністю засвоюється тваринами. В екскрементах його лишається 30-35%. Овечий гній досить добрий продукт. Його вік складає від 1 дня до 8 місяців. Цей гній збирають лише один раз на рік (у квітні-травні), коли стада полишають свої зимові укриття. Він являє собою шар товщиною 80-90 см, ущільнений і затверділий під впливом маси овець. Перш, ніж укласти в бурти на території господарства, його ретельно промивають протягом декількох днів підряд, добре перемішуючи, для рівномірного розділення кислотності. Потім його складають в бурти середньої висоти (40-50 см), так як при цьому він краще промивається дощовою і поливною водою. Після цього гній витримують від 4 до 5 місяців до дозрівання. Свинячий гній у природному вигляді використовувати не рекомендується через велику кількість протеїну і низький рН. Необхідно додавати до 30% подрібненої соломи або інших целюлозовмісних матеріалів і витримати 9-10 місяців, щоб незасвоєний свинями протеїн пройшов ферментацію.

Кролячий гній являється високоякісним кормом для черв'яків. При використанні в чистому вигляді відразу ж після вилучення з-під решіток крольчатників його спочатку попередньо обробляють і насичують киснем. Без цього давати його черв'якам не можна. Пташиний послід має сильну кислотність і може бути використаний лише через 10-12 місяців ферментації.

Хід роботи:

Розрахувати склад субстрату для вермикультури на основі відходів (див. індивідуальні завдання) з додаванням гною та інших необхідних добавок (таблиці 6.3, 6.4, 6.5, 6.6). Базовий субстрат має відповідати таким вимогам: кислотність, рН 6,8-7,2; вміст протеїну не більше 30%; вміст целюлози не менше 20%. Вміст сухої речовини у соломі 84,6%, стеблах кукурудзи – 21,8%, гичці буряків - 15%, картоплинні – 19,2 %

Таблиця 6.2.

Індивідуальні завдання

Варіант	Відходи	Варіант	Відходи
1	Кров'яне борошно	11	Кукурудзяна мука
2	М'ясне борошно	12	Соняшниковий шрот
3	М'ясо-кісткове борошно	13	Ріпаковий шрот
4	Кісткове борошно	14	Соевий шрот
5	Рибне борошно (жирне)	15	Пшенична солома
6	Рибне борошно (нежирне)	16	Житня солома
7	Ляна макуха	17	Стебла кукурудзи
8	Соняшникова макуха	18	Гичка буряків
9	Ріпакова макуха	19	Картоплиння
10	Соева макуха	20	Ляний шрот

Таблиця 6.3.

Хімічний склад відходів рослинництва, % на суху речовину

Складова	Солома		Стебла кукурудзи	Гичка буряків	Картоплиння
	житня	пшенична			
Органічна речовина	95,4	91,4	91,7	78,5	78,9
Сира клітковина	47,5	45,5	33,3	11,5	23,8
Сирий жир	1,5	1,6	1,7	1,5	3,2
Сирий протеїн	2,9	2,9	7,5	12,5	14,6
Лігнін	17	17	5,5	-	-
C:N	110	125	46	18	17
Азот	0,46	0,46	1,20	2,00	2,34
Фосфор	0,12	0,09	0,11	0,26	0,20
Калій	0,88	0,79	2,32	3,57	1,67
Кальцій	0,19	0,14	0,19	1,40	2,57
Магній	0,06	0,07	0,30	0,60	0,83

Таблиця 6.4.

Хімічний склад гною с/г тварин і птиці, % на суху речовину

Складова	ВРХ	Свині	Кури
Органічна речовина	80	81	77
Сира клітковина	30,3	20,5	15,0
Сирий жир	3,9	3,8	3,4
Сирий протеїн	15,7	18,4	32,5
Лігнін	19	-	11,6
С:N	13	12	12
Азот	5,7	5,2	3,9
Фосфор	0,5	2,1	1,8
Калій	2,4	1,9	2,1
Кальцій	2,5	-	8,6
Магній	-	0	1,0

Вміст сухої речовини у гної ВРХ - 22,7%, свиней – 27,6%, курячому посліді – 44%.

Таблиця 6.5.

Хімічний склад відходів масложиркомбінатів, %

Складова	Кров'яне борошно	М'ясне борошно	М'ясо-кісткове борошно	Кісткове борошно	Рибне борошно жирне	Рибне нежирне борошно
Суша речовина	90	90	90	90	90	90
Сирий протеїн	67,5	56,1	40,1	17,8	53,5	62,1
Сирий жир	2,5	15,3	11,2	15,7	10,8	2,3
Сира клітковина	-	-	-	-	-	-
БЕР	5,2	4,1	4,6	3,8	9,5	5,3

Таблиця 6.6

Хімічний склад відходів м'ясної та рибної промисловості, %

Складова	макуха				шрот			
	ляляна	соняшнікова	ріпакова	соєва	ляляний	соняшніковий	ріпаковий	соєвий
Суша речовина	90	90	90	90	90	90	90	90
Сирий протеїн	33,8	40,5	32,8	41,8	34,0	42,9	37,8	43,9
Сирий жир	10,2	7,7	8,7	7,4	1,7	3,7	2,2	2,7
Сира клітковина	9,5	12,9	11,3	5,4	9,6	14,4	11,8	6,2
БЕР	30,5	22,1	22,9	29,7	38,4	22,4	30,6	31,1

Практична робота № 7

Тема. Ефективність перетворення біопалива в теплову або електричну енергію

Мета роботи: придбання навичок у плануванні експерименту, статистичній обробці експериментальних даних і моделюванні процесу визначення об'єму біогазогенератору.

Завдання присвячене проблемі використання біопалива для перетворення його енергії в теплову або електричну в сільськогосподарських підприємствах і на фермах. Одним з видів біопалива є відходи життєдіяльності тварин (гній), при переробці яких (зброджування) у біогазогенераторах можна одержувати біогаз, до складу якого (до 70%) входить метан; теплота згоряння метану при НФУ $Q_{н}^p = 28 \text{ МДж/м}^3$. Час повного зброджування субстрату, що складає з води, гною й ферментів, залежно від температури зміниться від 8 до 30 діб. Щільність сухого матеріалу в субстраті становить $\rho_{\text{сух}} \approx 50 \text{ кг/м}^3$. Вихід біогазу від 1 кг сухого матеріалу на добу становить приблизно $U_r = 0,2 \div 0,4 \text{ м}^3/\text{кг}$. Швидкість подачі сухого матеріалу, який зброджується у біогазогенераторі (метантенк) ^ залежить від виду тварин і їхньої кількості на фермі.

Якщо позначити через t_0 (кг/добу) подачу сухого матеріалу, що зброджується, тоді добовий обсяг рідкої маси, що надходить у біогазогенератор (м /добу) можна визначити за формулою:

$$V_{\text{доба}} = m_0 / \rho_{\text{сухий}}$$

Обсяг біогазогенератору, що необхідний для ферми (м³):

$$V_6 = \tau V_{\text{доба}}$$

Добовий вихід біогазу:

$$V_{\Gamma} = m_0 v_{\Gamma}$$

Теплова потужність пристрою, що використовує біогаз (Мдж/доба) або (Вт),

$$N = \eta Q_{\text{H}}^p V_{\Gamma} f_{\text{M}}$$

де f_{M} - об'ємна частка метану в біогазі; η - ККД горілочного пристрою ($\approx 60\%$).

Матеріали та обладнання: вміст метану в біогазі становить близько 70 %. ККД горілочного пристрою η (див. табл.). Щільність сухого матеріалу, розподіленого в масі біогазогенератора, $\rho_{\text{сухий}} \approx 50$ кг/ м . Теплота згоряння метану при нормальних фізичних умовах $Q_{\text{H}}^p = 28$ МДж/м³.

Хід роботи:

Визначити обсяг біогазогенератору V_6 і добовий вихід біогазу V_{Γ} в установці, що утилізує гній від n корів (див. табл.7.1), а також забезпечувану нею теплову потужність N (Вт). Час циклу зброджування $\tau = 14$ діб при температурі $t = 25^{\circ}$ С; подача сухого матеріалу, що зброджується, від однієї тварини йде зі швидкістю $W = 2$ кг/добу; вихід біогазу із сухої маси $V_{\Gamma} = 0,24$ м /кг. Вміст метану в біогазі становить близько 70%. ККД горілочного пристрою η (див. табл.7.1). Щільність сухого матеріалу, розподіленого в масі біогазогенератора, $\rho_{\text{сухий}} \approx 50$ кг/ м . Теплота згоряння метану при нормальних фізичних умовах $Q_{\text{H}}^p = 28$ МДж/м³. Дані, необхідні для проведення розрахунків, виберіть із таблиці 7.1. Персональний варіант відповідає останній цифрі номера вашої залікової книжки.

Таблица 7. 1.

Величини	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
n	24	20	18	16	14	12	10	8	6	4
η	0,7	0,7	0,68	0,68	0,66	0,66	0,64	0,62	0,6	0,6

Практична робота № 8

Тема. Аналіз мікрофлори води та повітря

Мета роботи: Виявлення показників щодо забрудненості повітря та санітарно-бактеріологічне дослідження води.

I. Аналіз мікрофлори повітря

Повітря не є середовищем, сприятливим для існування і розвитку мікроорганізмів. Потрапляючи в повітря, вони швидко гинуть внаслідок висихання, дії сонячних променів і нестачі поживних речовин. Склад мікрофлори повітря дуже різноманітний. Він залежить від ступеня забрудненості повітря мінеральними та органічними речовинами, температури, вологості тощо. Серед мікроорганізмів, які найчастіше виявляються в повітрі, переважають спороносні бактерії родів *Bacillus*, *Clostridium*, цільові гриби, які найбільш стійкі до висихання, а також пігментовані бактерії родів *Micrococcus*, *Sarcina*, *Serratia*, які стійкі до дії ультрафіолетових променів. Мікроорганізми у повітрі потрапляють, головним чином, з ґрунту.

Людина в середньому за добу вдихає 12000-14000 л повітря, при цьому 99,8% мікробів, які містяться в повітрі, затримуються у дихальних шляхах. У повітрі закритих приміщень виявляють бактерії, які виділяються зі слизових оболонок верхніх дихальних шляхів людини при чханні, кашлі, розмові. Від хворих у повітря виділяються поряд з умовно-патогенними мікроорганізмами (стафілококами, стрептококами) патогенні мікроби (гемолітичні стрептококи, бактерії дифтериту, кашлюку, мікобактерії туберкульозу та інші). При дослідженні повітря закритих приміщень важливим є метод вловлювання мікроорганізмів із повітря. Залежно від цього розрізняють *седиментаційні*, *фільтраційні та аспіраційні* методи дослідження повітря. В основі усіх методів лежить однаковий принцип підрахунку бактерій. Вважають, що кожна бактерія, яка потрапила на агаризоване поживне середовище, розмножується, утворюючи колонію, яку можна побачити неозброєним оком. За кількістю підрахованих колоній розраховують кількість бактерій, вловлених при аналізі повітря.

Метод вловлювання повітря рідинами належить до фільтраційних методів. Певний об'єм повітря продувають через певний об'єм рідини (стерильна вода, буфер, рідке поживне середовище). По 0,1 мл цієї рідини висівають у чашки Петрі на тверде поживне середовище. Чашки інкубують у термостаті. Через певний час підраховують кількість колоній, що виростили на чашках. При

обчисленні кількості мікроорганізмів у повітрі враховують об'єм рідини-поглинача та об'єм повітря, яке пройшло через рідину.

Аспіраційний метод з використанням апарата Кротова. Конструкція апарата Кротова ґрунтується на принципі ударної дії струменя повітря. Апарат складається з трьох частин: вузла для відбору проб повітря, мікроманометра та електромотора. Апарат може пропускати від 25 до 50 л повітря за хвилину.

«Засіяні повітрям» чашки інкубують у термостаті. Через певний час підраховують кількість колоній, які виростили на них. Результати аналізу виражають найчастіше мікробним числом - кількістю мікроорганізмів у 1 м³ повітря.

Метод осадження Коха належить до седиментаційних. Метод дає можливість виявити лише 35-60% мікробів повітря і дозволяє тільки орієнтовано оцінити чистоту повітря. Принцип методу полягає в тому, що мікроорганізми повітря досліджуваного приміщення разом з пилом осаджуються на поверхню поживного агару в чашці Петрі. Час осадження залежить від забрудненості повітря. «Засіяні повітрям» чашки інкубують у термостаті, а через 2-3 дні підраховують кількість колоній на них.

Розрахунки мікробного числа виконують за формулою Омелянського (1):

$$x = \frac{n \cdot 5 \cdot 10^4}{t \cdot r^2}$$

де x - кількість мікроорганізмів у 1 м³ повітря; n - кількість колоній мікроорганізмів, які виростили у чашці Петрі; t - час осадження, хв; r_2 - площа чашки Петрі, см². Площа чашки Петрі дорівнює 78,5 см²; $5 \cdot 10^4$ - коефіцієнти для перерахунку кількості мікроорганізмів у 1 м³.

Для визначення загального мікробного забруднення проби повітря "висівають" на МПА. Для виявлення у повітрі дріжджів та цілей використовують сусло-агар. Патогенні мікроорганізми виявляють на відповідних диференційно-діагностичних живильних середовищах, зокрема, гемолітичні стрептококи та стафілококи на кров'яному агарі.

Офіційних стандартів чистоти повітря не розроблено, але прийнято показники оцінки ступеня мікробного забруднення приміщень (табл. 8.1.).

Завдання

Визначити кількість мікроорганізмів у 1 м³ повітря у різних приміщеннях.

Таблиця 8.1.

Число мікроорганізмів у 1 м³ повітря

Оцінка чистоти повітря	Літній період		Зимовий період	
	Всього мікроорганізмів	Гемолітич-ні бактерії	Всього мікроорганізмів	Гемолітичні бактерії
Чисте	<1500	<16	<4500	<36
Забруднене	>2500	>36	>7000	>124

Хід роботи

1. Розплавлений стерильний МПА розлити у чашки Петрі. Після застигання середовища чашки відкрити у досліджуваному приміщенні на 10 хв. Чашки підписати і помістити у термостат з температурою 30°C на дві доби.

2. Підрахувати кількість колоній, що вирости на чашках. Щоб не помилитись при підрахунку, кожену колонію необхідно відмічати з дна чашки маркером. Заміряти діаметр чашки за допомогою лінійки. Обчислити мікробне число за формулою Омелянського. Оцінити якісний склад бактерій повітря досліджуваних приміщень. Результати внести до таблиці, наведеної нижче:

Досліджуване приміщення	Кількість мікроорганізмів у <u>1м³</u> повітря
-------------------------	---

II. Аналіз мікрофлори води

Сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів є вода річок, ставків та інших водойм. Чисельність та різноманітність видів мікроорганізмів у воді залежить від вмісту в ній органічних речовин. Особливо багато мікроорганізмів у стічних водах. Їх кількість у забрудненій воді може сягати кількох мільярдів в 1 мл.

Санітарно-бактеріологічне дослідження води включає:

- визначення загальної кількості мікроорганізмів в 1 мл води;
- визначення колі-титру або колі-індексу та, в окремих випадках (при несприятливих епідеміологічних показниках - спалахи холери, тифу, дизентерії та ін.), визначення патогенних мікроорганізмів, їх токсинів та фагів.

Правила відбору зразків води для аналізу.

Зразки води відбирають у стерильні 0,5 л флакони із водогінних кранів, насосів, труб та ін. Для цього останні попередньо обпалюють

полум'ям ватного тампону, змоченого у спирті, потім спускають воду протягом 10 хв для того, щоб змити бактерії, які знаходились у верхній частині труб, і лише потім відбирають зразки. З відкритих водойм воду для дослідження відбирають за допомогою батометра - спеціального приладу, що представляє собою металевий каркас, всередині якого встановлюється стерильний посуд. Батометр дає змогу відбирати зразки з будь якої глибини. Дослідження відібраних зразків води необхідно проводити не пізніше 2 год від моменту забору. Як виняток їх можна досліджувати пізніше, але слід пам'ятати, що після 6 год зберігання зразки води не підлягають бактеріологічному дослідженню, оскільки кількість мікроорганізмів у них суттєво змінюється.

Визначення загальної кількості мікроорганізмів у зразках води

Визначення загальної кількості мікроорганізмів (ЗКМ) проводять шляхом глибинного посіву в розплавлений та охолоджений до 45°C МПА у стерильній чашці Петрі. Чисту воду сіють в об'ємі 1 мл, при підозрі на забрудненість її розводять стерильним фізіологічним розчином від 1:10 до 1:1000 і висівають не менше двох розведень по 1 мл.

Для цього готують титраційний ряд пробірок з 9 мл фізіологічного розчину. У першу пробірку ряду вносять 1 мл досліджуваного зразка, перемішують і переносять у наступну пробірку 1 мл. Таким чином титрують далі. У кінцевому рахунку одержують розведення 1:10, 1:100; 1:1000 і т.д. Як правило на чашки Петрі висівають не менше двох розведень, кожне з яких у 2-х повторях.

Спочатку на дно стерильної чашки Петрі вносять краплинами 1 мл досліджуваної води або відповідного розведення і заливають 15 мл розплавленим та охолодженим до 45°C МПА. Обережно круговими рухами перемішують, не допускаючи попадання середовища на кришку чашки Петрі та не відриваючи її від поверхні стола. Після застигання агару чашки поміщають в термостат при 28°C.

Якщо досліджуваний зразок води містить значну кількість мікроорганізмів, то можна зробити висів газоном 0,2 мл води на поверхню чашки Петрі.

Відповідно до санітарних вимог питна водогінна вода повинна містити не більше 100 мікробних клітин в 1 мл. Мікробне число у воді колодязів та відкритих водойм не повинне перевищувати 1000.

Визначення колі-індексу у зразках води

Колі-індекс - це кількість клітин кишкової палички в 1 л води. Його визначають висівом зразка води на диференційно-діагностичне

середовище Ендо. *Escherichia coli* на середовищі Ендо утворює темно-червоні колонії з характерним металевим блиском, тому її легко діагностувати. Наявність кишкової палички свідчить про фекальне забруднення води. Воду висівають безпосередньо в товщу чи на поверхню середовища Ендо, або попередньо концентрують клітини фільтруванням досліджуваного зразка крізь мембранні фільтри.

Якщо через 18-24 год культивування при 37°C виростають червоні колонії з металевим блиском, то ці колонії фарбують за Грамом, мікроскопіюють, перевіряють на наявність оксидази і здатності утворювати газ при рості на лактозі. Виявлення у мазках грамнегативних паличок, газоутворення і відсутність оксидази свідчать про наявність у воді *E. coli*. Розраховують кількість клітин кишкової палички на 1л води.

Відповідно до санітарних норм питна водогінна вода повинна містити не більше 3 клітин *E. Coli* в 1л, тобто колі-індекс повинен бути ≤ 3 .

Завдання

Провести визначення кількості К.-і в 1 мл води.

Хід роботи:

Для дослідження мікрофлори води необхідно виконати такі процедури:

1. Відібрати зразок води згідно вказаних правил;
2. Висіяти газом по 0,2 мл води на поверхню МПА і середовища Ендо;
3. Чашку Петрі з МПА культивувати 2-3 доби при 28°C, а з середовищем Ендо - 1 добу при 37°C.
4. Провести визначення кількості К.-і /л.

Практична робота № 9

Тема. Вимір абіотичних параметрів навколишнього середовища

Мета роботи: визначення рівню освітленості у виробничих приміщеннях.

Освітленість (E , Лк) – відношення світлового потоку, що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента. Мінімальна освітленість (E_{\min} , Лк) – найменше значення освітленості в приміщенні, на освітлюваній ділянці, у робочій зоні. Середня освітленість ($E_{\text{ср}}$, Лк) – освітленість, усереднена по площі освітлюваних приміщень, ділянки, робочої зони. Коефіцієнт природної освітленості (КПО) (e , %) – відношення природної освітленості, створюваної в деякій крапці заданої площини усередині приміщення світлом неба (безпосереднім

або після відбиття), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небозводу.

Матеріали та обладнання: для виміру освітленості варто використовувати люксметри з вимірювальними перетворювачами випромінювання, що мають спектральну погрішність не більше 10%. Люксметри повинні мати посвідчення про метрологічну атестацію й перевірку. Атестація люксметрів проводиться відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ – 8.326, перевірка – відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 8.014 і ДЕРЖСТАНДАРТУ 8.023.

Підготовка до вимірів.

Перед виміром освітленості від штучного освітлення варто провести заміну всіх перегорілих ламп і чищення світильників. Вимір освітленості може також вироблятися без попередньої підготовки освітлювальної установки, що повинне бути зафіксоване при оформленні результатів виміру. Вимір КПО проводять у приміщеннях, вільних від меблів і устаткування, не затінених озелененням і деревами, при вимитих вікнах.

Вимір КПО може також вироблятися при наявності меблів, затіненні деревами й несправних або невимитих вікнах, що повинне бути зафіксоване при оформленні результатів вимірів.

Для виміру КПО в районах, розташованих південніше 48° с.ш., вимір КПО допускається проводити без обліку бальності в дні суцільної хмарності, що покриває усе небо. Електричне світло в приміщеннях на період вимірів вимикається. Перед вимірами вибирають і наносять контрольні точки для виміру освітленості на план приміщення, споруд або освітлюваної ділянки із вказівкою розміщення світильників.

Розміщення контрольних точок при вимірі середньої освітленості приміщень.

Для визначення контрольних точок план приміщення розбивають на рівні, по можливості квадратні, частини. Контрольні точки розміщують у центрі кожного квадрата (рис.1). Мінімальне число контрольних крапок для виміру визначають виходячи з розмірів приміщення й висоти підвісу світильників над робочою поверхнею. Для цього розраховують індекс приміщення по формулі:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)}$$

де A – ширина приміщення, м; B - довжина приміщення, м; h – висота підвісу світильника, м. Мінімальна кількість контрольних точок N для виміру середньої освітленості квадратного приміщення визначають по таблиці 9.1. При розміщенні контрольних точок на плані приміщення їхня сітка не повинна збігатися із сіткою розміщення світильників. У випадку збігу сіток кількість контрольних точок на плані приміщення доцільно збільшити. При розташуванні в приміщенні габаритного устаткування контрольні точки не повинні розташовуватися на обладнанні. Якщо контрольні точки попадають на обладнання, сітку контрольних точок варто зробити більш частої й виключити точки, що попадають на обладнання.

Таблиця 9.1.

Індекс приміщення, i	Число точок виміру, N
менше 1	4
від 1 до 2 включно	9
від 2 до 3 включно	16
понад 3	25

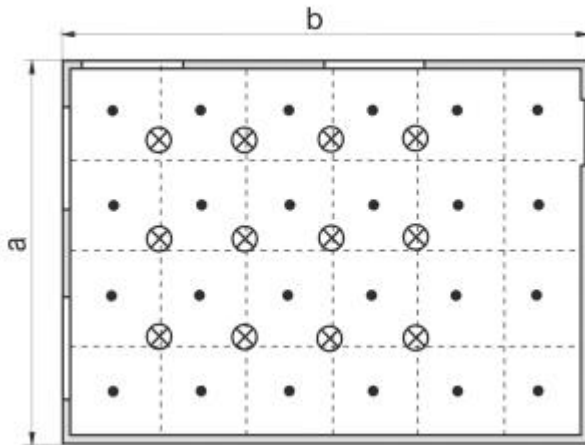


Рис. 9.1. Розташування контрольних точок при вимірюванні освітлення в приміщенні
Вимір коефіцієнта природної освітленості

При визначенні коефіцієнта природної освітленості проводять одночасні виміри освітленості в контрольних точках усередині приміщень $E_{вн}$ і зовнішньої освітленості $E_{зовн}$ на горизонтальному майданчику, освітлюваної всім світлом небозводу (наприклад, зовні на покрівлі будинку або на іншому піднесеному місці). Коефіцієнт природної освітленості e , %, визначають по формулі:

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} * 100$$

де $E_{вн}$ – значення природної освітленості усередині приміщення, Лк; $E_{зовн}$ – значення природної освітленості поза приміщенням, Лк.

Згідно СНіП 11-4-79 у класних кімнатах, аудиторіях, навчальних кабінетах, лабораторіях освітленість робочих поверхонь на середині рівня дошки повинна бути не менш 300 Лк, на робочих столах не менш як 500 Лк. Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО ен) для будинків, розташовуваних в I, II, IV і V поясах світлового клімату визначається по формулі:

$$e_{н}^{I,II,IV,V} = e_{н}^{III} * m * C,$$

де значення КПО (для Київської області коефіцієнт відповідає 1,5 %); m – коефіцієнт світлового клімату (для Київської області, що перебуває в IV поясі $m = 0,9$); C - коефіцієнт сонячності клімату (для Київської області $C = 0,7$). Значення, які отримані по формулі (2) варто округляти до десятих часток.

Хід роботи:

1. Визначити індекс приміщення й кількість контрольних точок для проведення вимірів середньої освітленості в приміщенні.
2. За допомогою люксметра Ю-117 визначити коефіцієнт природної освітленості в приміщенні.
3. Отримані дані порівняти з нормованим стандартом. Зробити відповідний висновок.
4. Визначити освітленість горизонтальної поверхні робочого місця на різній відстані від вікна.
5. За отриманими даними побудувати графік залежності рівня освітленості – E , Лк (вісь ординат) від відстані до джерела світла – L , м (вісь абсцис). Визначити характер взаємозв'язку.

Практична робота № 10

Тем.: Вплив антропогенних факторів на мікрофлору ґрунту

Мета роботи: Визначення кількості мікроорганізмів у пробах ґрунту та ознайомлення з впливом антропогенних факторів на його мікрофлору.

Матеріали та обладнання: стерильні чашки Петрі, колби з 99 мл стерильної водопровідної води, пробірки з 9 мл стерильної води, стерильні піпетки на 1 мл, МПА, СА, ваги, різноважки, папір для зважування, шпатель, ґрунт, предметні скельця, три банки, глюкоза, CuSO_4 або ZnSO_4 , фуксин, мікроскоп.

I. Виділення мікроорганізмів з ґрунту

Одним із найсприятливіших середовищ для існування мікроорганізмів є ґрунт. Кількісний і якісний склад мікрофлори ґрунтів залежить від їх хімічного складу, фізичних властивостей, вмісту вологи й повітря, кліматичних умов, пори року, характеру рослинного покриву, антропогенного впливу та багатьох інших факторів. До складу мікрофлори ґрунту входять амоніфікуючі, нітрифікуючі, денітрифікуючі, азот фіксуючі, целюлозолітичні, сірко- та залізобактерії, актиноміцети, гриби тощо. У верхніх шарах ґрунту також можуть міститись збудники правцю, газової гангрені, кишкових інфекцій, наприклад, дизентерії, колієнтериту, черевного тифу, холери та ін. Ґрунт є головним джерелом надходження мікроорганізмів у інші середовища, зокрема у повітря та воду.

Для вивчення та обліку мікрофлори ґрунту найчастіше проводять поверхневий висів (газоном) ґрунтової суспензії на щільні поживні середовища. При правильному виборі середовищ є можливість дослідити різні групи мікроорганізмів, що заселяють ґрунт (бактерії, актиноміцети, гриби та дріжджі), оцінити кількісний та якісний склад мікрофлори та провести виділення чистих культур (при необхідності). *Чисті культури* - це популяція мікроорганізмів одного виду. *Накопичувальні* ж культури містять тільки переважно клітини одного виду.

Сутність методу висіву полягає в нанесенні ґрунтової суспензії на поверхню поживних середовищ. Клітини, які потрапили в оптимальні умови для росту, утворюють на поверхні середовища колонії, які видимі неозброєним оком. При проведенні кількісного обліку, як правило, вважають, що кожна колонія утворюється в результаті поділу однієї клітини. Для характеристики мікрофлори ґрунту найбільш широко вживаними є такі середовища:

1. Середовище Чапека - для виділення грибів та актиноміцетів;
2. Середовище Ешбі - для виділення олігонітрофільних бактерій та деяких дріжджів;
3. Крохмально-аміачне середовище - для виділення актиноміцетів і бактерій;
4. МПА та розведений МПА - для виділення бактерій;
5. Агаризоване сушло або синтетичні середовища (Сабуро, глюкозо- амонійне) - для виділення дріжджів;
6. Картопляний агар (КА) - для виділення фітопатогенних бактерій;
7. Голодний агар;
8. Грунтовий агар Локхіда тощо.

Вивчення фізіолого-біохімічних властивостей бактерій, а також визначення видової приналежності необхідно проводити на чистих культурах мікроорганізмів. Виділення чистих культур мікроорганізмів - основа мікробіологічної практики.

Метод штриха, що виснажується є найбільш вживаним для одержання чистих культур мікроорганізмів. Сутність цього методу полягає у тому, що досліджуваний матеріал розподіляють штрихами на поверхні поживного середовища в чашці Петрі. З кожним наступним штрихом матеріал, який знаходиться на петлі, поступово виснажується, зменшується кількість висіяних клітин, і, в кінцевому рахунку, можна отримати ізольовані колонії. Посівний матеріал можна наносити на поверхню середовища зигзагом, сіткою або Т- подібним штрихом (рис. 10.1).

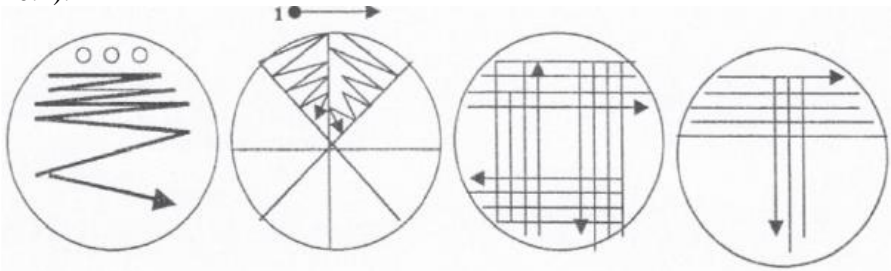


Рис. 10.1. Схема посіву методом штриха, що виснажується

Завдання

Визначити загальну кількість культур мікроорганізмів у 1 г ґрунту.

Хід роботи:

1. Відбір проби ґрунту для аналізу.

Грунт і мікрофлора ґрунту дуже гетерогенні, тому необхідно відібрати по можливості більш однорідну пробу з поверхневих шарів стерильними копачками, з глибини спеціальними бурами.

З поверхні дослідної ділянки зсунути рослинні рештки і 0,5-1 см верхнього шару ґрунту. По діагоналі ділянки або в чотирьох різних кутах відібрати проби і добре перемішати. Загальна маса проби повинна бути не менша 1 кг. Ґрунт пересіяти через сито з діаметром отворів 2 мм. Якщо ґрунт дуже вологий, то він не сіється. В цьому випадку його висипати на папір, і підсушити на повітрі. Ні в якому разі ґрунт, підготовлений до мікробіологічного аналізу, не висушувати повністю, тому що це істотно впливає на його мікрофлору.

2. Виготовлення ґрунтової суспензії для посіву. Перед посівом з ґрунту вибрати дрібні корінці, різні сторонні включення. Зважити 1 г ґрунту і висипати в колбу з 100мл стерильної води. Закрити ватним тампоном колбу струшувати на качалці протягом 5хв, зачекати 30 секунд, щоб осіли грубі частки ґрунту і зробити наступні розведення, користуючись постійним коефіцієнтом розведення, що дорівнює 10.

3. Виготовлення розведень.

Виготовлення розведень необхідне для одержання ізольованих клітин. Розведення зробити в стерильній водопровідній воді. В пробірки налити по 10мл (після стерилізації залишається по 9мл води). В колбу до 100 мл води додати 1 г ґрунту, тоді розведення буде 1:100. Новою стерильною піпеткою добре перемішати суспензію, набираючи і видуваючи її з піпетки, потім цією піпеткою набрати 1мл суспензії і перенести в пробірку з 9 мл стерильної води. Одержати розведення 1:1000 (або 10⁻³). Аналогічно перенести 1мл суспензії з першої пробірки в другу й т.д., кожного разу користуючись новою стерильною піпеткою. Зазвичай готують розведення до 1:1000000 або 10⁻⁶ (рис. 10.2.).

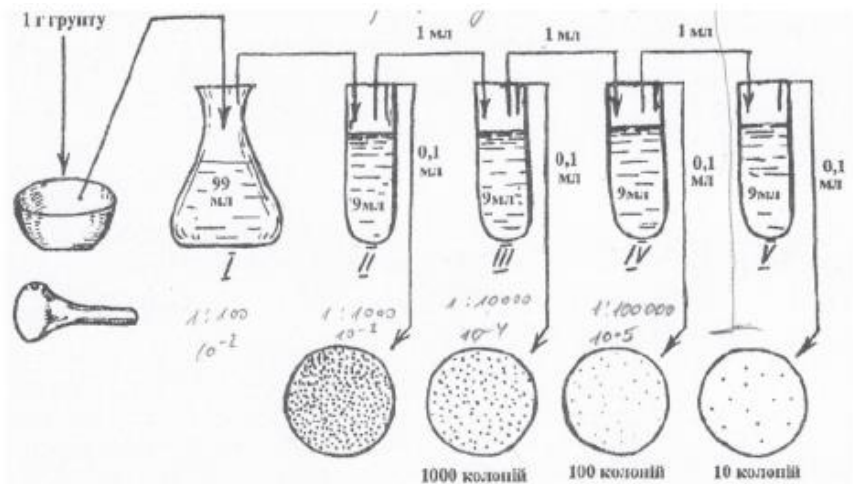


Рис. 10.2. Схема виготовлення розведень і посіву

Одночасно визначити вологість ґрунту. Для цього використати чисті алюмінієві бюкси, попередньо висушені при 105°C протягом 24 год і зважені. Накласти в бюкси приблизно 10 г ґрунту і зважити. Висушити бюкси в сушильній шафі при 105°C протягом 3-5 годин до постійної ваги і знову зважити.

Вологість ґрунту обчислити за формулою :

$$W = (P_1 - P_2) \times 100 / P_2 - P$$

де W - вологість, %; P - вага бюкса, P₁ - вага ґрунту разом з бюксом до висушування, P₂ - вага ґрунту разом з бюксом після висушування.

Поправку на вологість обчислити за формулою:

$$K = 100 + W/100,$$

де (2) 100 100 W K, K - поправка на вологість.

4. Посів в чашки Петрі на агаризоване середовище.

Посів зробити з трьох послідовних розведень так, щоб на одній чашці вирости десятки, на другій - сотні, а на третій - ще більше колоній. В більшості випадків посів на відповідні середовища для визначення кількості бактерій роблять з 4-5 розведень, актиноміцетів - з 3-5, грибів - з 2-4 розведень. Посів з кожного розведення зробити в 2-5 повтореннях.

Висівати суспензію можна поверхневим або глибинним способами. Поверхневий посів: на поверхню живильного агару нанести 2 краплі (0,1 мл) ґрунтової суспензії і рівномірно розподілити її по всій поверхні агару за допомогою стерильного скляного шпателя.

Глибинний посів: на дно стерильної чашки Петрі стерильно внести 1мл суспензії відповідного розведення. Розплавлений агар охолодити до 45-50°C і по 10-20 мл налити у чашки Петрі, дотримуючись правил асептики.

Обережно і старанно перемішати агар з суспензією, обертаючи чашку по поверхні столу до застигання середовища. Засіяні чашки Петрі помістити в термостат кришками донизу. На кришці восковим олівцем написати номер розведення, групу, прізвище студента.

5. Підрахунок колоній на чашках Петрі.

Колонії бактерій необхідно підраховувати через 3 доби, колонії грибів - через 2-7, а колонії актиноміцетів - через 7-15 діб інкубації в термостаті. Колонії слід рахувати, не відкриваючи чашку Петрі. Підрахунок проводити на тих розведеннях, при посіві яких виросло від 15 до 150 колоній бактерій і актиноміцетів, 30-50 колоній грибів. Якщо колоній багато, то дно чашки Петрі поділити на чотири сектори і рахувати кількість на секторах, а потім перерахувати на всю площу. Підрахувавши кількість колоній на всіх паралельних чашках, знайти середнє значення для однієї чашки і за формулою обчислити кількість мікроорганізмів в 1 г сухого ґрунту:

Загальну кількість КУО в 1 г ґрунту визначають за формулою:

$$a = \frac{b \cdot v \cdot 1000}{d \cdot g}$$

де a - кількість клітин в 1 г ґрунту; b - середня кількість колоній з однієї чашки Петрі; v - розведення, з якого було зроблено висів; 1000 v ; g - об'єм суспензії, який вносили на поживне середовище; d - вага ґрунту, який брали для аналізу.

Для виділення чистої культури необхідно: вибрати варіант методу виснаженого штриха, яким буде здійснюватися посів; підготувати чашку Петрі для посіву (підписати, при необхідності позначити сектори); стерильною петлею відібрати посівний матеріал з обраної колонії.

Посіяти відібраний матеріал на середовище, дотримуючись правил асептики.

II. Вплив антропогенних факторів на мікрофлору ґрунту

Перетворюючи органічні і мінеральні сполуки, які надходять у ґрунт, мікрофлора забезпечує собі відносну постійність умов існування (гомеостаз). Антропогенні фактори, змінюючи екологічний стан, можуть стимулювати або пригнічувати життєдіяльність організмів у ґрунті.

Після внесення певних енергетичних речовин при окультуренні в ґрунті починають розмножуватись види, які їх використовують. Несприятливі антропогенні фактори, наприклад, іони важких металів, зменшують видову різноманітність мікрофлори і її біохімічну активність.

Для спостереження за природними угрупованнями мікробів в ґрунті видатний мікробіолог М.Г. Холодний запропонував кілька екологічних методів. Одним з найпростіших є якісний метод контактних скелець або скелець обростання. Цей метод дав вперше можливість спостерігати мікробні угруповання в природних умовах, які М.Г. Холодний назвав «природним ландшафтом ґрунтової мікрофлори» або «мікробним пейзажем». При проведенні досліджень скельця закопують в природні ґрунти, де знаходяться важкі метали в малих кількостях. Так, в дерново-підзолистому ґрунті містяться (мг/100 г ґрунту): Zn-0.4; №-0.1; в сірому лісовому Zn-1.2; Ni 1.1. В певних місцевостях спостерігають забруднення важкими металами.

Завдання

Прослідкувати зміни мікробних пейзажів в модельних дослідах під впливом збільшення доз важких металів за допомогою методу скелець обростання.

Хід роботи:

Зважити три наважки ґрунту по 200 г кожної і додати до них:

- 1) контроль (без нічого)
- 2) органічну речовину - 2 г глюкози
- 3) 2 г глюкози та 80 мг CuSO_4 або 120 мг ZnSO_4
- 4) Ретельно перемішати ґрунт і органічні речовини, зволожити

і помістити у три банки.

Чисті предметні скельця (попередньо витримані 2 доби в конц. розчині H_2SO_4 , добре відмити дистильованою водою) закласти вертикально по два в кожному банку на відстані 3 см одне від одного так, щоб 2 см кожного скла залишалось над поверхнею ґрунту. Скельця добре притиснути до ґрунту.

Через 7 днів обережно витягнути по одному склу з кожної банки так, щоб не пошкодити її поверхні. Одну сторону скелець витерти чистим фільтрувальним папером. Скельця підсушити на повітрі, зафіксувати над полум'ям. Охолоджене скло обережно відмити від більших частинок ґрунту, фарбувати фуксином і розглянути під імерсією, замалювати мікробний пейзаж. Порівняти зміни мікробних пейзажів в різних варіантах досліду.

Практична робота № 11

Тем.: Методи очищення поверхні водоймищ від нафти і нафтопродуктів

Мета роботи: вивчення особливостей забруднення водоймищ нафтою і нафтопродуктами та методів і засобів очищення води від цих забруднень.

Вода - одна з найпоширеніших сполук на Землі. Вона займає 71 % земної поверхні. Забруднення водних ресурсів - це зміни їхніх фізичних, хімічних та біологічних властивостей внаслідок потрапляння до них шкідливих рідких, твердих та газоподібних речовин, що роблять воду небезпечною для використання, завдають школи суспільному господарству і здоров'ю людей. Розрізняють забруднення водоймищ фізичні (механічні), хімічні, біологічні (бактеріальні), радіоактивні і теплові. Особливо небезпечним є забруднення водойм нафтою і нафтопродуктами, яке належить до хімічних забруднень. Це основна забруднювальна речовина морів і океанів. Сюди вона потрапляє під час буріння морського дна, аварій танкерів, які перевозять нафту, в різних районах Світового океану. У моря і океани щороку потрапляє більше 3 млн. т нафти і нафтопродуктів. Попадаючи в морську воду, нафта спочатку розтікається у вигляді поверхневої плівки, утворюючи шар різної товщини. За кольором нафтової плівки можна приблизно оцінити її товщину. Різниця оптичних характеристик нафтових плівок і морської води дозволяє проводити дистанційне виявлення й оцінку нафтових забруднень на поверхні моря чи океану в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній частинах спектру. Для цього застосовуються пасивні і активні методи. Пасивні методи використовують природне випромінювання, відбите чи випромінюване системою нафта-вода. Активні методи дистанційного виявлення нафтових забруднень води полягають у використанні штучного джерела випромінювання. До них належать методи оптичної локації, засновані на різниці коефіцієнтів відбивання від забрудненої і чистої поверхні води (діапазон 300 - 400 і 1000 - 1200 нм), а також методи, засновані на випромінюванні флюоресценції плівок нафти за допомогою лідарів в робочих довжинах хвиль 337, 354 і 530 нм. Допустиме значення концентрації нафти та нафтопродуктів у воді, тобто ГДК, знаходиться в межах 50мкг/л. Найширшого використання набув збирач нафти марки СН-79, який успішно використовується в Одеському порту. Для видалення із поверхні води зібраної нафтової плівки застосовують такі методи: а) механічний, за допомогою суден, оснащених спеціальними

сепараторами і ваннами для відстоювання води, забрудненої нафтою. б) адгезія нафти на поверхні твердих речовин виготовлених із неопрену у вигляді ременів або циліндрів, які обертаються; в) розпилювання на забрудненій поверхні моря чи океану розплавленого парафіну, або розчину полівінілового пластику на основі леткого розчинника, в яких після охолодження твердне нафта і суміш видаляється механічним способом; г) застосування синтетичних водовідштовхуючих пористих матеріалів, які здатні ефективно сорбувати нафту, наприклад, гідрофобізований спучений перліт, бентонітові глини, дерев'яні ошурки, активоване вугілля, торф, полістирол; д) застосування пінопластів, наприклад, олеофільної поліуретанової піни (бібіпол), подрібненої на дрібні шматочки, які здатні поглинути в 100 разів більше нафти, ніж власна маса; є) використання спеціальних речовин - диспергентів марки ДН-75 і ЕПН- 5, які переводять нафтову плівку в емульсію, після чого її очищають від нафти біохімічним способом; ж) видалення нафти із поверхні води за допомогою біологічних мікроорганізмів типу *Calanus*, *Penicillium*, *Candida*; з) агломерація нафтопродуктів та нафти сумішшю залишкового бурого вугілля (ЗБВ) та алюмосилікатних мікропор (АСМ П); і) обробка забрудненої нафтою поверхні води сапропелем (органічного і органо-мінерального типу) із добавкою органічного розчинника, який складається із суміші вищих жирних кислот ($C_nH_{2n}+1COOMe$, де $n > 2$). Схеми лабораторної установки: 1 - посудина; 2 - вода; 3 - дозатор нафтопродуктів; 4 - нафтова пляма; 5 -дозатор сорбенту; 6 - бункер сорбенту; 7 - сорбент; 8 - збірник для нафти чи нафтопродуктів

Матеріали та обладнання: рН-метр або іонометр, мірний циліндр, колби, піпетки, дистильована вода, зразки ґрунту.

Хід роботи:

Заповнити водою посудину 1. Перевірити наявність у збірнику 8 нафти чи нафтопродуктів, а також сорбенту у бункері 6. За допомогою дозатора 3 створити на поверхні води 2 нафтову пляму 4 розміром 20 - 60 мм. Дозатором 5 на поверхню плями нафти чи нафтопродуктів подати сорбент у кількості, який забезпечує повне покриття плями і одночасно вмикаючи секундомір. Після повного поглинання (сорбції) нафтової плями вимкнути секундомір, фіксуючи час досліду. Дослід повторити із декількома нафтопродуктами (маслами) і декількома сорбентами, результати записати у таблицю .

Зібрані з поверхні сорбовані нафтопродукти зібрати у спеціальну посудину, яку видає лаборант. Навести порядок на робочому місці.

Таблиця 11.1

Очищення поверхні води від нафти

Тип нафтопродуктів	Тип сорбенту
Нафта-сирець	Пінопласт
Нафта-сирець	Пінопласт + тирса
Масло для двигунів	Пінопласт
Масло для двигунів	Пінопласт + тирса

Висновок. Вивчено особливості забруднення водоймищ нафтою і нафтопродуктами та методи і засоби очищення води від цих забруднень. Для видалення нафти з поверхні води існує багато методів. Кожен із них має певні переваги і недоліки. Найперспективніше застосування комбінованих методів в такій послідовності: механічний - сорбуючий - диспергуючий - біологічний.

Практична робота № 12

Тема: Дослідження прямого перетворення сонячної енергії в електричну

Мета роботи: вивчити принцип перетворення сонячної енергії в електричну і досліджувати основні технічні характеристики фотоелектричної батареї.

Освітленість – величина, рівна відношенню світлового потоку, падаючого на поверхню, до площі цієї поверхні.

Освітленість вимірюється в люксах (лк). 1 лк = 1 лм/м². Для білого світу 1 лк = 4,6*10⁻³ Вт/м² (або 1 Вт/м²=217 лк). Прилади, призначені для вимірювання освітленості, називаються люксметрами.

Таблиця 12.1.

Освітленість, що створюється різними джерелами

Джерела	Освітленість, лк	Освітленість, Вт/м ²
Сонячне світло опівдні (середні широти)	100000	460
Сонячне світло взимку	10000	46
Хмарне небо літом	5000-20000	23-92
Хмарне небо взимку	1000-2000	4,6-9,2
Розсіяне світло в світлій кімнаті (поблизу вікна)	100	0,46

Світильники, які створюють необхідну для читання освітленість	30-50	0,14-0,23
Повний Місяць, що опромінює поверхню Землі	0,2	0,9210-3

У зв'язку з великим потенціалом сонячної енергії надзвичайно принадним є максимально можливе безпосереднє використання її для потреб людей.

При цьому найоптимальнішим представляється пряме перетворення

сонячної енергії в найбільш поширену у використанні електричну енергію.

Це стає можливим при використанні такого фізичного явища, як фотоефект.

Фотоефектом називаються електричні явища, що відбуваються при освітленні речовини світлом, а саме: вихід електронів з металів (фотоелектрична емісія або зовнішній фотоефект), переміщення зарядів через кордон розділу напівпровідників з різними типами провідності (р-п) (вентильний фотоефект), зміна електричної провідності (фотопровідність).

При освітленні межі розділу напівпровідників з різними типами провідності (р-п) між ними встановлюється різниця потенціалів (фото ЕРС). Це явище називається вентильним фотоефектом, і на його використанні засновано створення фотоелектричних перетворювачів енергії (сонячних елементів і батарей).

Найбільш поширеним напівпровідником, використовуваним для створення сонячних елементів, є кремній.

Сонячні елементи характеризуються коефіцієнтом перетворення сонячної енергії в електричну, який є відношенням падаючого на елемент потоку випромінювання до максимальної потужності тій, що виробляється ним, електричної енергії. Кремнієві сонячні елементи мають коефіцієнт перетворення 10-15 % (тобто при освітленості 1 кВт/м² виробляють електричну потужність 1-1,5 Вт) при створюваній різниці потенціалів близько 1 В.

Типова структура сонячного елемента з р-п переходом зображена на рис.11.1 і включає: 1 – шар напівпровідника (товщиною 0,2-1,0 мкм) з п-провідністю; 2 – шар напівпровідника (товщиною 250-

400 мкм) з р-провідністю; 3 – додатковий потенційний бар'єр (товщиною 0,2 мкм); 4 – металевий контакт з тильного боку; 5 – сполучний провідник з лицьовою поверхнею попереднього елемента; 6 – протизвідбивне покриття; 7 – лицьовий контакт; 8 – сполучний провідник до тильного контакту наступного елемента. Характерний розмір сонячного елемента 10 див. рис. 12.1.

Сонячні елементи послідовно з'єднуються в сонячні модулі, які у свою чергу паралельно з'єднуються в сонячні батареї як зображено на рис. 5.2.

У 1958 році вперше сонячні батареї були використані в США для енергозабезпечення штучного супутника Землі Vanguard 1. У подальшому вони стали невід'ємною частиною космічних апаратів.

Широко відомі мікрокалькулятори, годинник, радіоприймачі і багато інших електронних апаратів, що працюють на сонячних батареях.

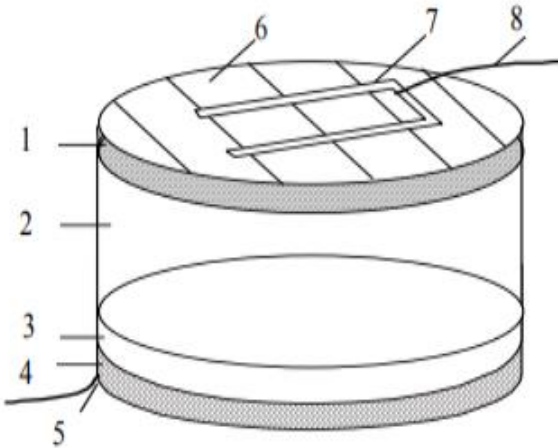


Рис. 12.1. Структура сонячного елемента

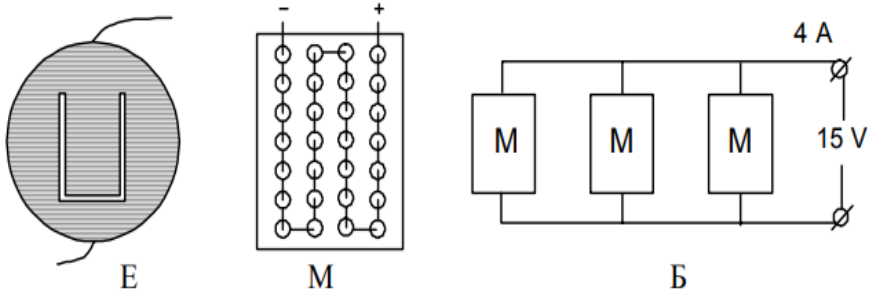


Рис. 12.2. Е – сонячний елемент; М – сонячний модуль;
 Б – сонячна батарея

Основні компоненти сонячної енергетичної установки зображені на рис. 12.3. і включають: Б – сонячну батарею з приладами контролю і управління; А – акумуляторну батарею; І – інвертор для перетворення постійного струму сонячної батареї в змінний струм промислових параметрів, споживаний більшістю електричних пристроїв.

Не дивлячись на нерівномірність добового потоку сонячного випромінювання і його відсутність в нічний час, акумуляторна батарея, накопичуючи те, що виробляється сонячною батареєю електрика, дозволяє забезпечити безперервну роботу сонячної енергетичної установки.

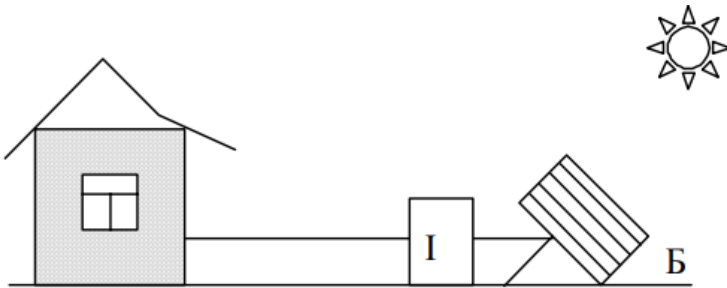


Рис.12.3. Сонячна енергетична установка

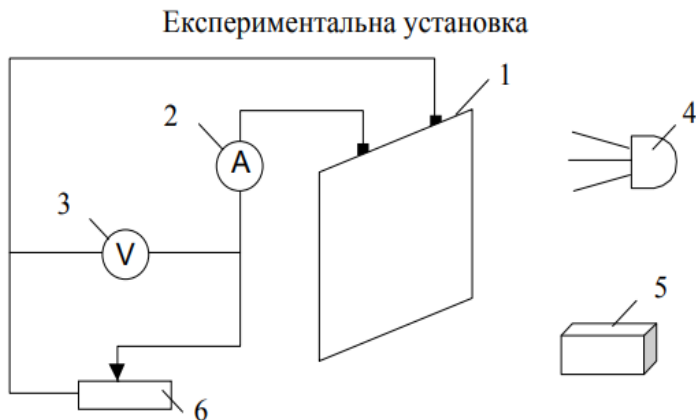


Рис.12.4. Схема експериментальної установки

Експериментальна установка (рис. 12.4.) включає: 1 – сонячний модуль, що складається з 36-ти (9x4) сонячних елементів; 2 – амперметр і 3 – вольтметр для визначення напруги і сили струму, що виробляються сонячним модулем; 4 – джерело світла, що імітує сонячне випромінювання; 5 – люксметр для визначення освітленості поверхні сонячного модуля; 6 – реостат, що є регульованим навантаженням в електричному ланцюзі.

Хід роботи

а) дослідження характеристик холостого ходу сонячного елемента

1. Упевнитися, що навантаження на сонячний модуль від'єднане.
2. Встановити джерело світла на пряме випромінювання на поверхню сонячного модуля (нульова відмітка на лімбі джерела).
3. Включити джерело світла.
4. Люксметром зміряти освітленість E в центрі і в чотирьох крайніх точках поверхні (E_1, E_2, E_3, E_4) сонячного модуля і обчислити її середнє значення ($E_{\text{ср}}$).
5. За свідченнями вольтметра визначити, що виробляється сонячним елементом ЕРС.
6. Виконати аналогічні вимірювання при косому падінні випромінювання на поверхню модуля, повертаючи джерело світла на 10, 20, 30, 40, 50 градусів по лімбу.
7. Обчислити щільність потоку випромінювання W (енергетичну освітленість), використовуючи співвідношення між лк і Вт/м

2 для білого світу, $W = 4,610 \cdot 3 \cdot E_{\text{ср}}$.

8. Обчислити ЕРС, що виробляється одним сонячним елементом ЕРС-1, розділивши ЕРС на число елементів 36.

9. Всі результати занести до табл. 12.2.

Таблиця 12.2.

Результати вимірювань і обчислень

Кут падіння випромінювання, град	Ец лк	Е1 лк	Е2 лк	Е3 лк	Е4 лк	Еср лк	ЕРС У	W Вт/м ²	ЕРС1 У
0									
10									
20									
30									
40									
50									

10. Побудувати графік залежності ЕРС сонячного модуля від щільності потоку випромінювання, падаючого на його поверхню W.

б) *Визначення вольт-амперної характеристики сонячного модуля*

1. Підключити навантаження (реостат) до ланцюга сонячного елемента.
2. Встановити джерело світла на пряме випромінювання на поверхню сонячного модуля (нульова відмітка на лімбі джерела).
3. Включити джерело світла. За свідченнями вольтметра визначити напругу в ланцюзі U. За свідченнями амперметра визначити струм в ланцюзі I.
4. Переміщаючи рухомий контакт реостата, змінити опір навантаження в ланцюзі і виконати вимірювання U і I. Провести вимірювання 6 разів в межах від мінімального до максимального значення опору навантаження.
5. Для кожного вимірювання обчислити електричну потужність в ланцюзі $W=IU$.
6. Всі дані занести в таблицю 12.3.

Таблиця 12.3.

Щільність потоку випромінювання, Вт/ м ²	Номер вимірювання	Напруга U, В	Струм I, А	Потужність W, Вт

9. Побудувати вольт-амперну характеристику (графік залежності I від U) сонячного модуля при даній щільності потоку випромінювання, значення якої узяти з попередньої серії вимірювань.
10. Відзначити найбільше значення потужності, що виробляється сонячним модулем.

Питання для самостійного опрацювання

1. Конструкції аеротенків.
2. Функції вторинних відстійників.
3. Глобальна екологічна криза.
4. Наслідки парникового ефекту.
5. До чого можуть призвести кислотні опади?
6. Зникнення видів і зменшення біологічного різноманіття.
7. До чого призведе криза надвиробництва промислових відходів?
8. Прогнози енерго-екологічної кризи.
9. Що таке метантенк?
10. Шляхи виходу з екологічної кризи.
11. Біологічна очистка стічних вод у природних умовах.
12. Поля зрошення, поля фільтрації.
13. Елемент очисної споруди, що застосовується на комплексних системах локальної очистки побутових і господарських стічних вод.
13. Активний мул. Які є біофільтри?
15. Застосування мікроорганізмів при вилуговування металів.
18. Метаноксилюючі бактерії.
19. Використання мікроорганізмів для збільшення вторинного видобутку нафти.
20. Зв'язок біогеотехнології з геологічною мікробіологією.
21. Біоконверсія відходів.
22. Використання черв'яків при вермикомпостуванні.
23. Складові субстратів для вермикомпостування.
24. Застосування біогазу.
25. Причини забруднення навколишнього середовища.
26. Фіторемедіація.
27. Біоремедіація ґрунтів.
28. Світловий потік та потік випромінювання..
29. Енергетична освітленість.

30. Фотоефект.
31. Евтрофікація
32. Дія радіонуклідного забруднення на гідробіонти.
33. Міжнародні організації що регулюють питання з проблем навколишнього середовища.

Рекомендована література

Основна

1. Бернард М. Наука про навколишнє середовище. М. : Світ, 1993.
2. Гуляев В. М., Волошин М. Д. Екологічна біотехнологія : навчальний посібник для студентів спеціальності біотехнологія. Дніпропетровськ : 2006. 126 с.
3. Думанська Т. У., Підгорський В. С. Біоремедіація забрудненого нафтою та дизельним паливом ґрунту. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Біологія; збірник наукових праць* / редкол.: В. І. Ніколайчук (гол. ред.), В. Г. Рошко, В. О. Чумак та ін. Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2008. Вип. 22. С. 122–125.
4. Залеський І. І., Клименко М. О. Екологія людини : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 340 с.
5. Ігнатюк О. А. Основні екологічні принципи та концепції : навч. посіб. К. : ВПІ ВПК «Політехніка», 2006. 268 с.
6. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Іванова Т. В. Екологічні біотехнології: теорія і практика : навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
7. Мікробіологія / М. Г. Сергійчук, В. К. Позур, Т. М. Фурзікова, О. С. Радченко, Л. Г. Степура, І. В. Домбровська, Ю. В. Швець. К. : Видавничо-поліграф. центр «Київський університет», 2008. 541 с. URL: https://lifelib.info/microbiology/microbiology_2/70.html
8. Основи біотехнології : підручник для студ. освітнього рівня бакалавр спец. «Біологія» / уклад. Н. Ю. Мацай. Луганськ : Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2011. 153 с.
9. Право довкілля (екологічне право) : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. П. Д. Пилипенка. К. : Ін Юре, 2010. 301 с.
10. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 червня 1991 р. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546.

Допоміжна

11. Горова А. І., Лисицька С. М., Павличенко А. В., Скворцова Т. В. Біотехнології в екології : навч. посібник. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с
12. Екологія : навч. посіб. / М. О. Клименко, О. А. Ліхо, Н. Р. Матушевська та ін. ; за ред. проф. М. О. Клименка. Рівне : НУВГП. 2008. 404 с.
13. Капрельянц, Л. В. Теоретичні основи біотехнології : навч. посіб. Харків : Факт, 2020. 291 с.
14. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекоекологія : підручник. Рівне : НУВГП, 2017. 348 с.
15. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Іванова Т. В. Екологічні біотехнології: теорія і практика : навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
16. Комягина В. М. Екологія і промисловість. М. : Наука, 2004.
17. Ласло О. О. Відновлення порушених земель сільськогосподарського призначення за допомогою біоремедіації. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. : Сільськогосподарські науки.* 2014. Вип. 1. С. 94–100. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgp_sg_2014_1_14.
18. Ливчак І. Ф., Воронов Ю. В. Охорона навколишнього середовища. М. : Наука, 2000.
19. Михальський Л. О. Фуртат І. М. Методичні рекомендації та практичні завдання до лабораторних робіт з курсу «Мікробіологія». Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2000. 43 с.
20. Михальський Л. О., Радченко О. С., Степура Л. Г. Практикум із загальної мікробіології. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2001. 112 с.
21. Мікробіологія. Том 1 : підручник / Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. К. : ФОП Маслаков, 2020. 500 с.
22. Мікробіологія. Том 2 : підручник / Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. К. : ФОП Маслаков, 2020. 348 с.
23. Петрук В. Г., Васильківський І. В. Природоохоронні технології : навчальний посібник. Ч.1: Захист атмосфери. Вінниця : ВНТУ, 2010. 363 с.
24. Пітерс А. Розливи нафти та навколишнє середовище. *Екологія.* 2006 № 4. 15 с.

25. Пляцук Л. Д. Черниш Є. Ю. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с.
26. Сметана О. Ю. Сільськогосподарська біотехнологія : курс лекцій з дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнологія та інженерія» денної форми навчання. Миколаїв : МНАУ, 2017. 132 с.
27. Шадура В. О. Кравченко Н. В.. Водопостачання та водовідведення : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2018. 343 с.
28. Швед О. В., Петріна Р. О., Комаровська-Порохнявець О. З., Новіков В. П. Екологічна біотехнологія : навчальний посібник у двох книгах. Книга II / Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.