

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗА НАПРЯМОМ 6.051401 – «БІОТЕХНОЛОГІЯ»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи екологічної біотехнології» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі: к. т. н., старш. викл. О. А. Сакун

к. т. н., доц. А. В. Пасенко

Рецензент д. б. н., проф. В. В. Никифоров

Кафедра біотехнології та здоров'я людини

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол №__ від_____ 2017.

Голова методичної ради

проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 3 |
| 1 Перелік лабораторних робіт..... | 6 |
| Лабораторна робота № 1 Вимоги до біотехнологічної лабораторії | 6 |
| Лабораторна робота № 2 Біотестування на прикладі гідробіонтів | 10 |
| Лабораторні роботи № 3, 4 Оцінка якості води за санітарно-мікробіологічними показниками | 14 |
| Лабораторна робота № 5 Оцінка якості води фото колориметричним методом..... | 20 |
| Лабораторна робота № 6 Визначення вологості біоматеріалу ваговим методом..... | 24 |
| Лабораторна робота № 7 Отримання біогазу..... | 27 |
| 2 Критерії оцінювання знань студентів..... | 31 |
| Список літератури..... | 33 |

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Основи екологічної біотехнології» є однією з важливих в системі освітньої підготовки фахівців-біотехнологів, оскільки значна кількість природоохоронних технологій з переробки відходів, моніторингу стану довкілля та ліквідації забруднень навколишнього середовища базуються на життєдіяльності живих організмів.

Метою дисципліни є ознайомлення студентів з основними біологічними технологіями, біопроцесами й обладнанням, що використовують для вирішення екологічних проблем виробництв різних галузей, для моніторингу стану навколишнього середовища.

Завдання курсу: отримання знань щодо основних видів існуючих біотехнологічних виробництв; ознайомлення з технологічними процесами й обладнанням різних біотехнологічних виробництв; ознайомлення студентів з принципами і технічними рішеннями біологічних технологій, які застосовуються у системі захисту навколишнього середовища від антропогенного навантаження і забруднень; формування у студентів теоретичної бази професійної підготовки щодо вільного орієнтування у вирішенні практичних задач із застосування біологічних технологій; формування у студентів наукового практичного світогляду, аналітичного мислення, які сприятимуть вирішенню глобальних проблем сьогодення: екологічних, енергетичних, продовольчих і охорони здоров'я людини шляхом впровадження новітніх біотехнологічних процесів.

Перелік знань і умінь студентів

Студент повинен знати: основні схеми і способи біологічного очищення стічних вод; способи біотехнологічної переробки відходів і побічних продуктів сільського господарства та промисловості; біотехнологічні методи захисту навколишнього середовища від забруднень, рекультивації земель; перспективи розвитку біоенергетики; елементи генної інженерії і їх використання у вирішенні екологічних проблем навколишнього середовища; застосування

біотехнологічних методів екологічному моніторингу; біологічні напрями вирішення агроекологічних задач.

Студент повинен уміти: використовувати теоретичні знання при проведенні аналізів з використанням біотехнологічних методів контролю забруднень повітря, води, ґрунту і продуктів харчування; проводити аналіз і прогнозувати роботу споруд біологічного очищення стічних вод за біологічними показниками; моделювати біотехнологічні процеси; приймати рішення по впровадженню біотехнологічних способів вирішення екологічних задач.

Міждисциплінарні зв'язки: сучасна дисципліна «Основи екологічної біотехнології» має зв'язки з багатьма науками, які відрізняються об'єктами та методологією досліджень. Базується на знаннях, які отримані студентами при вивченні біології клітини, загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, аналітичної хімії, фізичної та колоїдної хімії, фізики, генетики, загальної мікробіології і вірусології, біохімії, загальної токсикології, загальної біотехнології, біоінженерії, процесів і апаратів біотехнологічних виробництв. Дисципліна «Основи екологічної біотехнології» є важливою базовою теоретичною складовою освітньої програми й забезпечує вивчення фахових дисциплін та практичної підготовки фахівця з галузі знань 0514 «Біотехнологія».

Основними формами роботи є лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота, індивідуальна робота з викладачем.

Звіт до лабораторної роботи повинен включати в себе такі елементи:

- тема, мета роботи;
- обладнання та реактиви;
- початкові елементи, якими має володіти студент;
- техніка безпеки;
- короткі та лаконічні відповіді на контрольні питання;
- виконані поставлені у ході роботи завдання.

Формами контролю за процесом і результатами засвоєння матеріалу під час вивчення дисципліни є поточний модульний контроль успішності.

1 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 1

Тема. Вимоги до біотехнологічної лабораторії

Мета: ознайомитися з комплектацією та основними вимогами до біотехнологічних лабораторій

Обладнання та реактиви: лабораторний посуд та прилади, хімреактиви.

Навчальні елементи: стерилізація, миття, асептичні умови, автоклав, культивування, живильне середовище.

Техніка безпеки: робота з електроприладами, робота з посудом та інструментами, робота з хімреактивами.

Короткі теоретичні відомості

Культивування рослинних клітин, тканин і органів вимагає дотримання умов стерильності. Ця основна технологічна умова і визначає особливості організації та оснащення лабораторії, де культивують рослинні тканини.

У такій лабораторії мають бути приміщення для проведення наступних операцій:

- 1) миття і стерилізації посуду;
- 2) приготування, стерилізації і зберігання живильних середовищ;
- 3) ізолювання і перевивання культур в асептичних умовах;
- 4) вирощування культур в термостатованих умовах;
- 5) біохімічного аналізу матеріалу, кількісного обліку результатів, мікроскопіювання тканин і клітин і т.д., залежно від цілей роботи.

У мийній кімнаті мають бути глибокі раковини з кислотостійкого матеріалу і крани з гарячою і холодною водою, стелажі для сушіння посуду, шафи для зберігання посуду, апарати для дистиляції води та бідистилятори.

Живильні середовища готують в окремій кімнаті, в якій є лабораторні столи, шафи для зберігання реактивів, холодильники для зберігання концентрованих розчинів живильних середовищ, аналітичні, технічні і торсійні ваги, рН-метри, електричні або газові плити, водяні бані, магнітні змішувачі.

Кімната для стерилізації середовищ, інструментів і посуду обладнується автоклавами вертикальними (ВК-60, ВК-75), горизонтальними (ГК-100, АГ-100) і сушильними шафами для стерилізації сухим жаром.

Для проведення робіт в асептичних умовах використовують ламінарний бокс, в який нагнітається стерильне повітря, що проходить через бактеріальні фільтри. Ламінари розміщують в окремій кімнаті. Якщо немає ламінарних боксів, то обладнують спеціальну кімнату-бокс - операційну.

Стіни такої кімнати облицьовують кахлем, підлогу застилають лінолеумом. Двері операційної повинні герметично зачинятися і перед ними має бути тамбур (передбоксік). В бокс повинно надходити стерильне кондиціоноване повітря. Бокс оснащують бактерицидними лампами. В операційній кімнаті розміщують покриті легкомиючим матеріалом столи, медичні шафи, біокулярні мікроскопи, потрібні інструменти, спиртівки.

Ізольовані тканини культивують у термостатованому приміщенні (культуральній) з кондиціонованим повітрям, регульованою температурою (22-28°C) і вологістю повітря (70-80 %). Регулювання світлового режиму забезпечують за допомогою реле часу.

Лабораторні приміщення оснащують обладнанням, необхідним для біохімічних, гісто- і цитогенетичних та інших досліджень, пов'язаних з основними роботами по вирощуванню рослинних тканин.

Посуд, інструменти і матеріали. Посуд, який використовують при роботі з культурою ізольованих тканин можна розділити на 3 групи:

1. Посуд для приготування і зберігання живильних середовищ: бутлі з темного скла, колби Ерленмейера, колби мірні, колби Бунзена, колби плоскодонні, стакани хімічні, циліндри мірні, піпетки Мора, піпетки градуйовані, часові скельця, лінійки, скляні палички різних розмірів, фільтри Зейтца, скляні та мембранні фільтри.

2. Посуд для вирощування ізольованих тканин: бутлі для культивування клітинних суспензій, колби Ерленмейера, колби Ерленмейера широкогорлі,

чашки Петрі різного діаметра, пробірки біологічні, флакони, скельця предметні з ямкою і без ямки, скельця покривні.

3. Посуд, який використовується при пересаджуванні тканин: стакани з кришкою, чашки Петрі, колби Ерленмейера, піпетки, стакани фарфорові для стерилізації інструментів.

Для ізолювання і пересадки тканин на середовища, як правило, використовують скальпелі, пінцети анатомічні, очні пінцети, довгі пінцети з тонкими кінцями, ножиці, пробкові свердла різного діаметра, леза для безпечних бритв і корцанги для їх утримання, металічні петлі, голки анатомічні.

Для роботи з культурою тканин потрібні ряд допоміжних матеріалів: вата, марля, нейлонова тканина, целофан, алюмінієва фольга, обгортковий папір, пергаментний папір, фільтрувальний папір, гумові кільця. Вату використовують для виготовлення пробок, ватних тампонів для піпеток, протирання робочих поверхонь при стерилізації. Марля необхідна для обгортання ватних пробок, фільтрування середовищ, виготовлення мішечків.

Для фільтрування клітинних суспензій необхідна нейлонова тканина різної щільності. Із целофану роблять ковпачки для запобігання середовищ від висихання, які закріплюють гумовими кільцями. Алюмінієвою фольгою зручно закривати культуральні посудини замість ватних пробок. Для загортання посуду при стерилізації в автоклаві потрібний обгортковий або пергаментний папір. На фільтрувальному папері підсушують рослинний матеріал після стерилізації.

Миття посуду. Обов'язковою умовою успішного культивування рослинних тканин є чисто вимитий стерильний посуд. Існує два методи миття посуду: кислотний і лужний.

Самим поширеним і надійним методом підготовки скляного посуду, особливо нового, є кислотний – замочування посуду на 4-6 год у хромовій суміші – розчин біхромату калію в концентрованій сірчаній кислоті. Потім посуд багаторазово промивають теплою проточною водою і ретельно ополіскують дистильованою водою.

Використаний посуд звільняють від залишків середовища і ретельно миють з застосуванням звичайних мийних засобів (лужний метод), і ополіскують дистиллятом. Вимитий посуд сушать і стерилізують сухим жаром у сушильній шафі при 170-180°C 1-2 год, закривають целофановими ковпачками і зберігають у металевих біксах і пеналах або шафах, захищених від проникнення пилу.

Методи стерилізації посуду

Стерилізація сухим жаром. Культуральний посуд (колби, пробірки, чашки Петрі тощо) перед наповненням живильним середовищем попередньо стерилізують сухим жаром в сушильній шафі. Тривалість стерилізації: при 150°C – 2,5 год, при 160°C – 2 год, при 170°C – 1 год. Слід пам'ятати, що до цього часу стерилізації необхідно додавати час, який потрібний для нагріву завантажених в шафу предметів до заданої температури.

Стерилізація сухим паром – автоклавування при 2 атм (133°C) 30-40 хв в залежності від заповнення автоклава.

Камера автоклава заповнюється не більше як на 2/3 об'єму.

Посуд загорнутий в папір або з ватними тампонами стерилізують автоклавуванням. При автоклавуванні піпеток верхню частину закривають ватним тампоном (приблизно на 2 см) і кожну окремо загортають в папір. Піпетки зручно стерилізувати в скляних пеналах, на дно яких слід покласти вату, щоб запобігти обламіванню носиків піпеток.

Методи стерилізації інструментів

Стерилізація сухим жаром. Інструменти попередньо стерилізують сухим жаром в сушильній шафі. Тривалість стерилізації: при 150°C – 2,5 год, при 160°C – 2 год, при 170°C – 1 год.

Стерилізація полум'ям. В боксі безпосередньо перед роботою інструменти занурюють у фарфоровий стакан з 960 спиртом і стерилізують обпалюванням у полум'ї спиртівки. Стерильний інструмент використовують тільки для одноразової маніпуляції. Перед повторним використанням його слід знову простерилізувати спиртом і обпалити.

Допоміжні матеріали: вату, пробки, марлю, папір, целофан, фольгу стерилізують автоклавуванням.

Перед початком операцій у ламінарному боксі необхідно його підготувати до роботи. Для цього використовують стерилізацію ультрафіолетом 30 хв з послідовним протиранням робочої поверхні 70-96° спиртом. Іноді досить продування боксу 30 хв стерильним повітрям і протирання спиртом.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати посуд до роботи.

Завдання 2. Підготувати інструменти.

Контрольні питання

1. Назвіть загальні принципи організації біотехнологічної лабораторії.
2. Який посуд використовують для роботи з культурою клітин, тканин та органів рослин?
3. Як здійснюється стерилізація посуду та допоміжних матеріалів?
4. Які методи стерилізації інструментів?

Література: [1, с. 30–70; 8; 16, с. 10–40].

Лабораторна робота № 2

Тема. Біотестування на прикладі гідробіонтів

Мета: ознайомитись з методом біотестування, навчити проводити токсикологічний аналіз води на прикладі реакції *Daphnia magna*.

Обладнання та реактиви: хімічні склянки, молоді дафнії віком 1–2 доби, проби води з чистої і забрудненої ділянки дослідної водойми.

Навчальні елементи: біотестування, гідробіонти, токсичність.

Техніка безпеки: робота з хімічним посудом.

Короткі теоретичні відомості

Біотестування – це експериментальне визначення, оцінка дослідним шляхом впливу факторів (фізичних, хімічних, фізико-хімічних) або групи шкідливих факторів на живі організми шляхом реєстрації змін того чи іншого біологічного показника (фізіологічного, біохімічного, цитогенетичного тощо), що

спостерігається в піддослідному тест-об'єкті (індикаторі) у порівнянні з контрольним у чітко заданих (тобто, стандартних лабораторних) умовах.

Біотестування також виявляє реакцію організму на певний вид забруднення. Вибір показників, використовуваних при біотестуванні, залежить від задач дослідження, чутливості біологічного тест-об'єкта до забруднення, відтворюваності відхилень від норми, доступності для візуальних чи автоматизованих приладових спостережень. Як такі показники можуть використовуватися енергетичний обмін, фотосинтез (у рослин), генетичні зміни (для організмів з коротким життєвим циклом: бактерій, найпростіших), інгібування ацетилхолінестерази тканин і органів риб і безхребетних, поведінкові реакції, порушення інтенсивності діяльності, зміна умовно-рефлекторної діяльності й ін.

В основі вибору вимірюваних параметрів повинна лежати адекватність їхніх змін патологічним зрушенням на організменому чи екосистемному рівні. Оскільки при біотестуванні не ставиться мета дати вичерпну оцінку токсичного впливу речовини, то при виборі перевага віддається показникам, що мають загальнобіологічну функціональну чи інтегральну значимість.

При біотестуванні часто використовують поведінкові тести. Зміна в поведінці при дії токсичних речовин часто стає причиною загибелі тварин чи зниження їхніх репродуктивних функцій. Найбільш надійний показник це порушення інстинктів діяльності для досягнення важливих біологічних цілей (живлення, захист, розмноження).

Основні напрямки в області біотестування розвиваються на основі двох концепцій. У першому випадку найбільш значимі результати досягаються при використанні стандартних і нетрудомістких тестів. Токсичність сублетальних концентрацій біологічно небезпечних речовин визначається на основі комплексу ранніх реакцій.

Використання системи біотестів оснований на знанні тривалості і меж відхилення показників від вихідного рівня, що залежить від властивостей і концентрації речовини, екологічної валентності виду й ін. Як тест-об'єкти можуть виступати різні групи організмів - від бактерій, водоростей і

найпростіших до різних видів риб (приклад біотестування на дафніях наводиться в таблиці 2.1).

Таблиця 2.1

Встановлення рівня токсичного забруднення водних мас за даними біотестування на дафніях

| Показник біотестування | Рівень токсичного забруднення |
|---|-------------------------------|
| Загибель (миттєва або протягом 1-2 годин) тест-культури дафній | гіпертаксобний |
| Загибель понад 50% протягом 24 годин або не менше 50% протягом 48 годин | політаксобний |
| Поведінкові реакції (обертання навколо своєї осі, порушення координації рухів) | α -мезотаксобний |
| Загибель менше 50% протягом 48-96 годин, слабо виражені поведінкові реакції | β -мезотаксобний |
| Смертність не більше 10%, порушення репродуктивного циклу, ембріонального розвитку та інших функцій при хронічних дослідках | оліготаксобний |

Тривалість біотестування залежить від задачі, поставленої дослідником.

Гострі біотести, виконувані на різних тест-об'єктах тривають від декількох хвилин до 24-96 годин.

Короткострокові – хронічні тести тривають від 7 діб й закінчуються, як правило, після одержання першого покоління тест-об'єктів. Хронічні тести на загальну плідність ракоподібних, що охоплюють 3 покоління, тривають до народження молоді в F3.

Інтегральна токсичність (integral toxicity), по визначенню Л. П. Брагинського, токсичність складних сумішей, стічних вод, багатокомпонентних факторів для водних організмів. Кількісно інтегральна токсичність визначається як величина, зворотна максимальному розведенню (1:2, 1:5, 1:10, 1:50, 1:100 і т.д.), при якому не спостерігається яких-небудь порушень життєво важливих функцій тест-організмів при 24-48 годинному біотестуванні.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити токсичність водного середовища шляхом біотестування з використанням у якості тест-об'єкта *Daphnia magna*.

1. У 10 склянок наливають по 50 мл досліджуваної води (з водойми чи стічної) і в кожен занурюють однакову кількість дафній. Контролем слугує чиста вода.
2. Оцінити гостру токсичність води.
3. Провести довгострокову оцінку токсичності води.

Оцінюють токсичність води за п'ятибальною шкалою:

1 бал – вода надгостротоксична (впродовж доби чи швидше гине 100% дафній);

2 бали – вода гостро токсична (100% дафній гине впродовж 5 діб);

3 бали – вода токсична (впродовж 5 діб гине 70% дафній);

4 бали – вода малотоксична (гине не більше 30% дафній впродовж 5 діб);

Проба визнається токсичною, якщо після 24 годин гине понад 50 % тест-організмів (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Шкала токсичності за Н. С. Строгановим.

| Кількісна оцінка (бал) | Тривалість життя 50% дафній (дні) | Оцінка токсичності |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 1 до 20 | Слабка токсичність або її відсутність |
| 2 | 2 до 10 | Середня токсичність |
| 3 | 3 до 5 | Сильна токсичність |
| 4 | 4 до 2 | Гостра токсичність |

Контрольні питання

1. Поняття «біотестування», «тест-об'єкт».
2. Алгоритм проведення біотестування.

Література: [3, с. 72–77; 8, с. 200–223; 9, с. 183–190; 15; 16; 17, с. 154–160].

Лабораторні роботи № 3, 4

Тема. Оцінка якості води за санітарно-мікробіологічними показниками

Мета: ознайомитися із санітарно-мікробіологічними показниками оцінки якості води; відпрацювати методику визначення загальної кількості бактерій у досліджуваній пробі води; провести розрахунок мікробного числа в досліджуваній пробі води.

Обладнання та реактиви: стерильні колби (500 мл) з ватяно-марлевими пробками, стерильні чашки Петрі, стерильні піпетки (1 мл, 10 мл), стерильні пробірки, дистильована вода, стерильне живильне (середовище МПА), спиртівка, спирт, вата, пінцет, прилад для розрахунку бактерій ПСБ (лупа), термостат, водяна баня (або електроплитка), досліджувана проба води.

Навчальні елементи: санітарно-мікробіологічний контроль, колі-індекс, колі-титр, мікробне число, загальна кількість бактерій, посів мікроорганізмів, бактерії групи кишкової палички.

Техніка безпеки: робота з електроприладами.

Короткі теоретичні відомості

Санітарно-мікробіологічний контроль ґрунтується на визначенні так званих санітарно-показових чи індикаторних мікроорганізмів. Як санітарно-показові організми, за якими можна судити про фекальне забруднення води і, отже, про можливу присутність у ній збудників кишкових інфекцій, обрані постійні мешканці кишечника людини: бактерії групи кишкової палички, ентерококи і клостридії.

Основним санітарно-показовим організмом при оцінці ступеня фекального забруднення будь-яких водяних об'єктів вважаються бактерії групи кишкової палички (БГКП). Ця група поєднує грамнегативні, не утворюючі спори палички, які зброджують лактозу з утворенням кислоти і газу при $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$ протягом 24-48 год, або зброджують глюкозу з утворенням кислоти і газу при $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$ протягом 24 год і не мають оксидазної активності.

БГКП відносяться до родів: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*.

Найбільше санітарно-показове значення має рід *Escherichia*. Присутність у воді бактерій цього роду (переважно *E.coli*) свідчить про свіже фекальне

забруднення. Важливе значення має співвідношення БГКП і бактерій *E.coli*. Чим менше це співвідношення, тим більш епідемічно небезпечна вода. Недолік БГКП – слабка кореляція цього показника з концентрацією ентеровірусів у воді.

При виборі санітарно-показових організмів має значення і характер обстежуваного об'єкта. Наприклад, у зонах рекреації природних водойм і в плавальних басейнах крім БГКП як індикаторний організм визначається стафілокок – мешканець шкіри, носа і зіву людини. При аналізі води для харчової промисловості найважливішим санітарно-показовим організмом служить *Clostridium perfringens*, тому що саме клостридії часто викликають псування консервів і ін. продуктів.

Кількість бактерій групи кишкових паличок визначають методом мембранних фільтрів і бродильним методом.

Результати виражають у вигляді:

колі-індексу – кількість кишкових паличок, виявлених у 1 л води;

колі-титру – найменша кількість води, у якій виявляють присутність однієї кишкової палички.

Негативний вплив на здоров'я людини можуть чинити не тільки патогенні мікроорганізми, але і забруднення води сапрофітною мікрофлорою, продуктами життєдіяльності мікроорганізмів, органічними речовинами різної природи і походження. Саме тому для санітарної оцінки якості води крім індикаторних мікроорганізмів оцінюють загальний рівень мікробного обсіменіння. Цей показник визначають або прямим підрахунком усіх мікроорганізмів під мікроскопом, або посівом води на живильне середовище з наступним вирощуванням і підрахунком колоній.

Методом посіву враховується тільки частина загальної кількості мікроорганізмів із загальним типом метаболізму, тобто здатних рости в прийнятих умовах інкубації на середовищі визначеного складу. Найбільше часто визначають кількість мікроорганізмів, що утворюють в аеробних умовах колонії на м'ясо-пептонному агарі (МПА). Саме цим методом визначають загальне число аеробних сапрофітів (мікробне число).

Мікробне число – кількість кліток мікроорганізмів у 1 мл.

У кількісному відношенні мікробне число оцінює лише частину мікробів, які визначаються методом прямого рахунка. Проте, мікробне число – важливий санітарний показник якості води, тому що між ним і ступенем забруднення води легкозасвоюваними органічними речовинами існує пряма залежність. Крім того, вважають, що чим вище мікробне число, тим більше імовірність присутності у воді патогенних мікроорганізмів.

Санітарно-мікробіологічні показники:

| | |
|---------------------|---|
| Міських стічних вод | мікробне число в середньому 10^6 - 10^8 ; колі-індекс стічних вод, які скидаються у водойму, не повинний перевищувати 1000 |
| природних вод | мікробне число змінюється протягом року у межах 3-3000 колоній у 1 мл; колі-індекс не повинен перевищувати 10000; водойма вважається потенційно небезпечною в епідеміологічному відношенні, якщо співвідношення БГКП і <i>E.coli</i> менш 10 або індекс ентерококів перевищує 1000, або число кишкових фагів перевищує 1000 БОЕ в 1л (БОЕ – бляшкоутворюючі одиниці – метод визначення фагів на агарових шарах). Одночасно воду досліджують на присутність патогенних мікроорганізмів (сальмонел, шигел, ентеровірусів) |
| питної води | мікробне число для води централізованого водопостачання не повинне бути вище 100; колі-індекс не повинен перевищувати 3; колі-титр повинен бути не менш 300; титр бактерій роду <i>Clostridium</i> повинний бути більш 100 (для підприємств харчової промисловості). |

Визначення загальної кількості бактерій у воді. Сутність методу полягає у визначенні в 1 мл води загального змісту мезофільних, мезотрофних аеробів і факультативних анаеробів, здатних рости на живильному агарі даного складу при

температурі $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ часом 24 ± 2 год, утворюючи колонії, помітні при збільшенні в 2-5 разів.

Відбір проб води. Для відбору проб водопровідної води використовують стерильні флакони місткістю 500 мл, закриті ватно-марлевими пробками і покриті паперовими ковпачками. Місце і час добору проби визначають у залежності від мети аналізу в найбільш характерних точках водогінної мережі: найближчих до насосної станції, найбільш віддалених від неї, найбільш підвищених, у тупиках, а також у точках, де якість води викликає сумнів. Проби води периферичної водогінної мережі відбирають у періоди найбільшої витрати води при дотриманні правил стерильності. Кран попередньо обпалюють тампоном, змоченим спиртом, після чого воду спускають протягом 10-15 хв. Паперовий ковпачок із флакона знімають разом із пробкою безпосередньо перед відбором проби, не доторкаючись пробки руками. Наповнюють флакони з таким розрахунком, щоб при транспортуванні не намочити пробку.

Обсяг проби, що відбирається близько 500 мл. Наповнені флакони закривають пробками і стерильними паперовими ковпачками, які обв'язують ниткою або мотузкою. Проби хлорованої водопровідної води (з амонізацією чи без неї) відбирають у флакони з дехлоратором (у флакон, призначений для відбору 500 мл води, до стерилізації вносять 10 мг сіркуватокиислого натрію). Проба повинна бути досліджена не пізніше чим через 2 год після її відбору. При неможливості виконання цих умов аналіз допускається проводити не пізніше, ніж через 6 год після відбору проби, зберігаючи при цьому пробу при температурі від 1 до 5°C .

Посів мікроорганізмів. Живильний агар розплавляють на водяній бані і прохолоджують до температури $45 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Стерильні чашки Петрі розкладають на столі і підписують на кришках номер проби, дату посіву й обсяг посіяної проби. З кожної проби роблять посів не менш двох різних об'ємів (на 2 чашки Петрі), обраних з таким розрахунком, щоб на чашках виросло від 30 до 300 колоній. Із флакона з пробкою води знімають паперовий ковпачок, виймають пробку, після чого воду ретельно перемішують обережним продуванням повітря через

стерильну піпетку. Стерильною піпеткою вносять 1 мл нерозведеної води у першу чашку Петрі, а в іншу 1 мл води, розведеної в 10 разів (тобто 0,1 мл вихідної проби). При дослідженні більш забрудненої води засівають 1 мл проби, розведеної в 100 разів. Це відповідає 0,01 мл вихідної проби і 1 мл води, розведеної в 1000 разів (0,001 мл) і т.п. Для одержання таких об'ємів готують послідовно десятикратні розведення.

Після внесення води в чашки Петрі її заливають 10-12 мл охолодженого живильного агару. Для рівномірного розподілу досліджуваної води залиті агаром чашки перемішують шляхом обертання їх. Необхідно уникати утворення пухирців повітря, не залитих частин дна чашки, потрапляння середовища на краї і кришку чашки. Після цього чашки залишають на горизонтальній поверхні до застигання середовища.

Культивування. Після застигання агару чашки з посівами поміщають у термостат нагору дном не більш ніж по 3-4 чашки разом. Посіви вирощують при $37 \pm 5^\circ\text{C}$ часом 24 ± 2 ч.

Підрахунок колоній мікроорганізмів. Чашки з посівами виймають з термостата і підраховують число вирослих колоній. Колонії, що виросли як на поверхні, так і в глибині агару, підраховують за допомогою лупи зі збільшенням у 2-5 разів. Якщо колоній багато, то підрахунок можна вести за допомогою спеціального приладу для рахунка мікробних колоній (ПСБ).

Обробка результатів. Оцінюють тільки ті розведення, при посіві яких на чашці виросло від 30 до 300 колоній. При посіві 1 мл нерозведеної проби враховують будь-як кількості колоній, але не перевищуючі 300.

Кількість колоній вираховують, орієнтуючись на одну чашку, у випадках: якщо на іншій чашці при посіві з розведення виросло менш 20 колоній; при повзучому рості бактерій, який поширився на всю поверхню чашки або значні зони і маскує ріст інших колоній; при кількості колоній понад 300.

Результат підрахунку колоній у кожній чашці виражають у кількості бактерій на 1 мл аналізованої води з урахуванням посіяного об'єму (підраховану

кількість колоній множать на розведення і визначають число мікробів у 1 мл досліджуваної води).

За остаточну кількість бактерій приймають середнє арифметичне результату підрахунку на двох рівнобіжних чашках або різних розведень. Результати округляють у такий спосіб: якщо результат знаходиться у межах чисел від 1 до 100, то записують ті числа, що отримані; якщо результат знаходиться в межах чисел від 101 до 1000, то результат округляють до 10; якщо результат знаходиться в межах чисел від 1001 до 10000, то результат округляють до 100 і т.д.

Хід роботи

Завдання 1. Провести розрахунок мікробного числа у досліджуваній пробі води із заповненням таблиці

| Проба | № засіяної чашки Петрі | Об'єм посіяної води, г мл | Кількість колоній бактерій, які вирости на чашках Петрі, ППТ | Кількість бактерій у 1 мл дослід, води, кл/мл | Мікробне число, кл/мл |
|-------|------------------------|---------------------------|--|---|-----------------------|
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |

Завдання 2. Оцінка якості досліджуваної води відповідно до результатів визначення мікробного числа.

Контрольні питання

1. Назвати основні санітарно-мікробіологічні показники оцінки якості води.
2. Що називають колі-індексом, колі-титром?
3. Дати визначення мікробному числу.
4. Назвати основні критерії, якими керуються при виборі санітарно-показових організмів для проведення досліджень.
5. До яких таксономічних родів мікроорганізмів відносяться БГКП?
6. Які мікроорганізми виступають в якості індикаторних при дослідженні води на фекальне забруднення?

Література: [8, с. 200–223; 9, с. 191–204; 11, с. 460–500; 12, с. 180–200; 13, с. 215–240; 14, с. 80–90; 17, с. 180–190; 18, с. 310–340].

Лабораторна робота № 5

Тема. Оцінка якості води фотоколориметричним методом

Мета: визначити забарвлення води фотоколориметричним методом.

Обладнання та реактиви: проби води, дистильована вода, фотоелектроколориметр.

Навчальні елементи: забарвлення, фотоелектроколориметр, калібровка.

Техніка безпеки: робота з електроприладами.

Короткі теоретичні відомості

Чиста вода в тонкому шарі є безбарвною, при значній товщині шару вона має блакитний відтінок. Інші відтінки свідчать про наявність у воді різних розчинених і завислих домішок.

Забарвлення природної води зумовлене наявністю в ній гумусових речовин (відтінки бурого та жовтого кольору), колоїдних сполук заліза III (жовто-зелені відтінки), масовим розвитком водоростей (зелено-бурі, смарагдові відтінки). Стічні води деяких підприємств також надають воді досить інтенсивного забарвлення.

У природних умовах речовини, що надають воді забарвлення, потрапляють у воду внаслідок процесів хімічного вивітрювання гірських порід, з підземним стоком, а також вимиваються із ґрунту і торфовища. Підвищене забарвлення мають води річок з болотним типом живлення.

Значне забарвлення води погіршує її органолептичні властивості, справляє негативний вплив на розвиток водних рослинних та тваринних організмів в результаті різкого зниження концентрації розчиненого кисню у водоймі, який витрачається на окиснення сполук заліза та гумусових речовин.

Суть фотоколориметричного метода полягає у вимірюванні світлопоглинання забарвленої проби води за допомогою фотометра. Для вимірів застосовують лабораторний фотоелектроколориметр КФК-2МП (рис. 5.1).

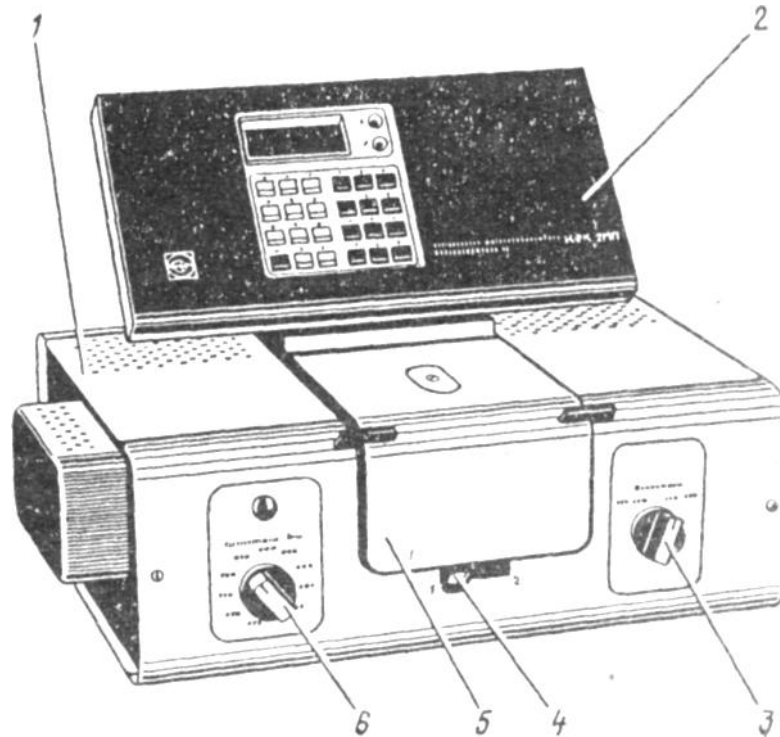


Рис. 5.1 – Загальний вигляд фотоелектроколориметра КФК-2МП:

1 – колориметричний блок; 2 – обчислювальний блок; 3 – ручка переключення фотоприймачів; 4 – ручка введення кювети в світловий пучок; 5 – кришка кюветного відділення; 6 – ручка для введення світлофільтра в світловий пучок.

Порядок роботи на фотоколориметрі КФК-2МП:

1. Поблизу приладу не повинно бути могутніх джерел світла, тепла, магнітних полів.

2. Включити колориметр у мережу 220 В вилкою і тумблером "мережа". Повинна загорітись сигнальна лампа.

3. Натиснути кнопку "пуск" – на цифровому табло з'являється миготлива кома і горить індикатор "Р".

4. Витримати колориметр у включеному стані 15 хв при відкритій кришці кюветного відділення.

5. Протерти кювети спирто-ефірною сумішшю.

6. Рідину в кювету наливати до мітки, не торкатись робочих поверхонь пальцями.

7. Кювети з контрольним розчином (вода чи ін.) встановлювати в далеке гніздо кюветного тримача, а кювету з досліджуваним розчином – у ближнє.

8. Перед кожним видом вимірів за допомогою клавіші "Ш\0" зробити перевірку "нульового відліку" при відкритій кришці. На цифровому табло праворуч від миготливої коми висвічується значення n_0 , а ліворуч – 0. Значення n_0 повинно бути в межах 0,001 і 1,000.

9. Вибір кювет відбувається спочатку візуально. Для темних розчинів робоча довжина кювети повинна бути менше 1-3 мм, для слабо зафарбованих 30-100 мм. Оптична щільність при роботі з обраною кюветою повинна бути в межах 0,3-0,5 (якщо вона більше, беруть кювету меншої робочої довжини, якщо менше – з більшою довжиною).

10. Увести потрібний світлофільтр у світловий пучок ручкою 6. Вибір світлофільтра зробити так, щоб оптична щільність досліджуваного розчину була максимальною.

11. Виміряти оптичну щільність ряду розчинів з різними концентраціями речовини:

- увести ручкою 3 потрібний фотоприймач;
- ручку 4 установити в положення "1" для чистого розчинника;
- закрити кришку кюветного відділення, натиснути клавішу "К(1)". На цифрово-му табло ліворуч від миготливої коми загориться символ "1";
- ручку 4 установити в положення "2" (у світловий пучок уводиться кювету з досліджуваним розчином);
- натиснути клавішу "Д(5)и. На цифровому табло з'явиться символ "5", що означає, що відбувся вимір оптичної щільності. Відлік на цифровому табло праворуч від миготливої коми відповідає оптичній щільності досліджуваного розчину.

Операцію за п. 11 повторити 3 рази. Оптичну щільність визначити як середнє арифметичне з отриманих значень.

Для визначення кольоровості досліджуваної проби води використовують градувальний графік, що побудований по шкалі кольоровості (рис. 5.2).

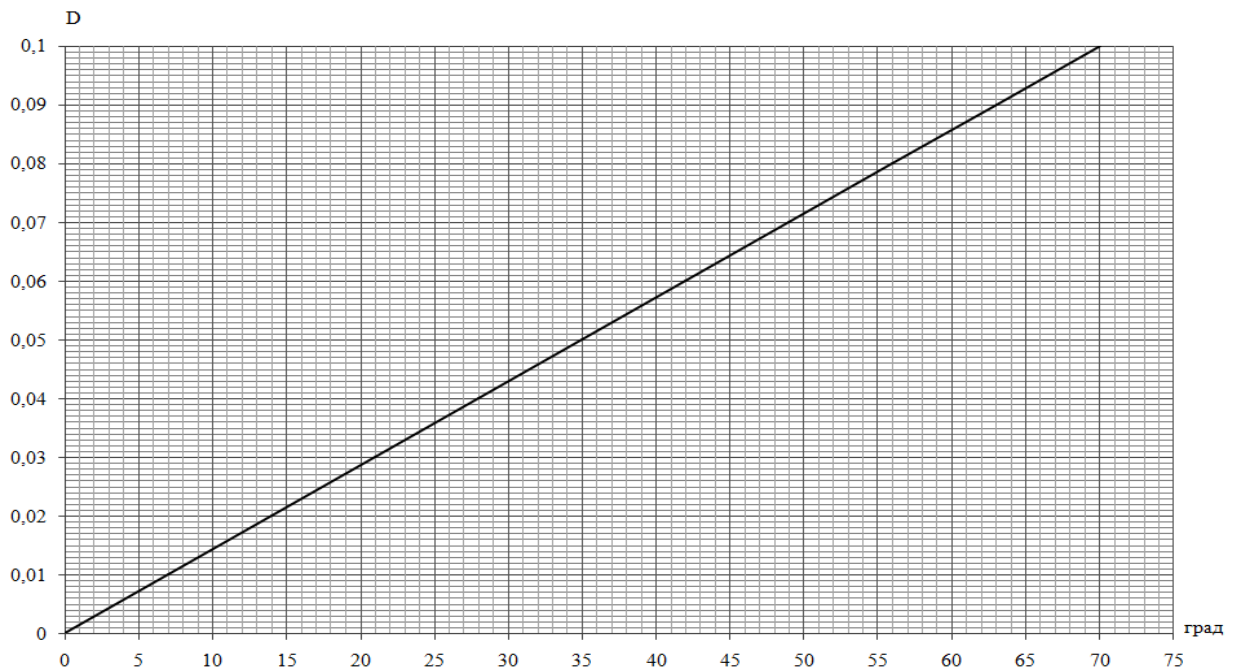


Рис. 5.2. – Градувальний графік для визначення кольоровості досліджуваної проби

На осі ординат цього графіку відкладено значення оптичної щільності стандартних розчинів (D) на осі абсцис – градуси їх забарвленості. Отримані результати дослідження порівнюють з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10. За результатами порівняння оформлюють висновки до завдання.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити забарвлення води фотоколориметричним методом

Контрольні питання

1. Алгоритм визначення кольоровості води.
2. Суть фотоколориметричного методу.

Література: [8, с. 200–223; 9, с. 183–204; 11, с. 460–500; 14, с. 110–140; 17, с. 130–140; 18, с. 150–180].

Лабораторна робота № 6

Тема. Визначення вологості біоматеріалу ваговим методом

Мета: визначити вологість ґрунту.

Обладнання та реактиви: лабораторні ваги з рівновагами, шафа сушильна з термометром, алюмінієві стаканчики з кришками (бюкси).

Навчальні елементи: вологість ґрунту, гігроскопічна вологість ґрунту, максимальна гігроскопічність ґрунту, капілярна вологостемкість, внутрішньо агрегатна та стикова підвішена вода.

Техніка безпеки: робота з електроприладами.

Короткі теоретичні відомості

Вологість ґрунту – це кількість води в ньому, виражена в відсотках до маси абсолютно-сухого ґрунту. Запаси вологи в ґрунті вимірюють у міліметрах, тоннах або кубічних метрах на гектар.

Вологість ґрунту постійно змінюється, це показник динамічний. Тому її визначають кілька разів за період, встановлений для спостереження. Строки визначення вологості ґрунту пов'язують з фазами розвитку рослин або з строками виконання окремих агротехнічних заходів. Залежно від поставленої мети вологість визначають в орному та підорному шарах ґрунту або на всій глибині проникнення кореневої системи рослин.

Гігроскопічна вологість ґрунту – це кількість води, яку адсорбує сухий ґрунт з атмосфери з відносною вологістю менше 100 %.

Максимальна гігроскопічність ґрунту – це найбільша кількість вологи, яку повітряно-сухий ґрунт може увібрати з повітря, максимально насиченого водяною парою (96-100 %).

Вологість стійкого в'янення рослин – це кількість вологи в ґрунті, при якій у рослин з'являються ознаки в'янення і не зникають протягом 12-годинного перебування в атмосфері, насиченій водяною парою.

Властивість ґрунту вміщувати максимальну кількість води у всіх проміжках (капілярних і некапілярних) називається повною вологостемкістю.

Властивість ґрунту утримувати в собі максимальну кількість води після повного зволоження і вільного стікання гравітаційної води в нижні шари називають польовою або найменшою вологостемкістю.

Капілярна вологоємкість – це найбільша кількість води, яку ґрунт може утримувати капілярними (менісковими) силами над рівнем підґрунтових вод.

Залежно від фізичного стану і характеру зв'язків води в ґрунтовому середовищі розрізняють категорії, форми і види ґрунтової води. У ґрунті виділяють такі категорії води:

- хімічно зв'язана, вода, що входить до складу інших речовин (наприклад, гіпсу) і недоступна для використання рослинами;

- тверда вода (лід) – перебуває в цьому стані за низької (мінусової) температури і є недоступною для рослин, однак стає доступною після розтавання;

- водяна пара, що міститься в ґрунтовому повітрі й після конденсації стає доступною для рослин;

- міцно зв'язана вода, яка утримується адсорбційними силами на поверхні часточок ґрунту у вигляді плівки завтовшки в два-три діаметри молекул води, перебуває у газоподібному стані (водяна пара) і є недоступною для рослин;

- неміцно зв'язана вода, що являє собою плівки вологи навколо часточок ґрунту завтовшки до 10 діаметрів молекул води, переміщується між ґрунтовими часточками під впливом сорбційних сил і є важкодоступною для рослин;

- вільна вода, яка не зв'язана молекулярними силами з часточками ґрунту, тому вільно або під впливом меніскових сил рухається в ґрунтових порах і є доступною для рослин.

У ґрунті вільна вода перебуває у таких формах: підвішена, підперта гравітаційна і вільна гравітаційна.

Підвішена вода не зв'язана з підґрунтовими водами. Вона поділяється на такі види:

- стикова капілярна-підвішена – це відокремлені скупчення вологи у місцях стикання твердих ґрунтових часточок за умов зволоження ґрунту до рівня найменшої вологоємності або нижчого. Ці скупчення утримуються капілярними силами і між собою гідростатично не зв'язані;

- внутрішньоагрегатна, капілярна-підвішена, яка заповнює капілярні пори всередині структурних агрегатів за вологості ґрунту, що дорівнює або менша від

найменшої (польової) вологоємності. Вона також утримується капілярними силами, але на відміну від стикової характеризується слабкими гідростатичними зв'язками;

- насичувальна капілярно-підвішена, яка за умов інтенсивного зволоження сухого ґрунту середньозернистої структури формується в поверхневому горизонті у вигляді шару з повністю заповненими водою всіма порами, в яких вона утримується капілярними силами. Цей шар характеризується певною граничною товщиною і зі збільшенням його насичення й товщини рівновага порушується й уся волога, крім залишкової стикової, стікає глибше;

- сорбційно-замкнута, трапляється в ґрунтах з дрібнозернистою структурою у вигляді мікроскупчень, які утворюються в порівняно великих порах і відокремлені одне від одного перетинками зі зв'язаної вологи. Формується за умов зволоженості ґрунту між найменшою вологоємністю і вологістю розриву капілярних зв'язків, утримується сорбційними силами.

Хід роботи

Завдання 1. Висушити та зважити проби ґрунту.

1. Зважують два порожніх бюкса з кришками з точністю до 0,01 гр.

2. Поміщають у бюкси проби вологого ґрунту масою 15-20 г, закривають кришкою і зважують.

3. Проби ґрунту висушують у бюксах з відкритими кришками в сушильній шафі до постійної маси. Вологість глинистих ґрунтів, що містять органічні речовини в кількості не більш 5 % (до маси сухого зразка), допускається визначати одноразовим висушуванням проби ґрунту при температурі $105 \pm 0,2^\circ\text{C}$ протягом восьми годин для глинистих і чотирьох годин для піщаних ґрунтів.

4. Охолоджують бюкси з ґрунтом закривши їх кришками, після чого зважують.

5. Результати зважувань записують у зошит.

Завдання 2. Визначити кількість вологи у ґрунті.

Вологість ґрунту визначають за формулою

$$W = (m_1 - m_2) / (m_2 - m)$$

де m – вага порожнього бюкса, г;

m_1 – вага бюкса з вологим ґрунтом, г;

m_2 – вага бюкса з сухим ґрунтом, г.

Для кожного зразка ґрунту необхідно провести не менше двох визначень вологості і знайти її середньоарифметичне значення. При розходженні результатів двох паралельних визначень більш ніж на 2 %, кількість визначень необхідно збільшити до трьох і більше.

Завдання 3. Записати дані до таблиці:

| Номер бюкса | Вага бюкса m , г | Вага бюкса з вологим ґрунтом m_1 , г | Вага бюкса з сухим ґрунтом m_2 , г | Вологість ґрунту, W |
|-------------|-----------------------|--|--|--------------------------|
| | | | | |

Контрольні питання

1. Види підв'язаної води.
2. Які виділяють категорії води у ґрунті?

Література: [6, с. 74–90; 7, с. 210–220; 9, с. 183–204; 14, с. 80–90; 17, с. 210–215; 18, с. 400–450].

Лабораторна робота № 7

Тема. Отримання біогазу

Мета: ознайомитись з обладнанням для отримання біогазу; вивчити принцип роботи та будову біогазового реактора.

Обладнання та реактиви: лабораторна біогазові установка.

Навчальні елементи: біогаз, метан, біогазові установка, реактор.

Техніка безпеки: робота з вибухонебезпечними речовинами.

Короткі теоретичні відомості

Якщо біологічній масі гною (відходам тваринництва, рослинництва та харчової промисловості) створити відповідні умови (безкисневу атмосферу; відповідну температуру; слабо лужне середовище (7-7,5 рН); наявність відповідних мікроорганізмів (виробляють метан), то отримаємо біогаз, основу якого становить метан CH_4 . Крім метану, який складає 55-70 %, до складу біогазу

входить вуглекислий газ CO_2 (27-44 %), водень H_2 (до 1 %) та сірководень H_2S (до 3 %). Біогаз отримують у спеціальних реакторах. Схема біогазової установки наведена на рис. 7.1.

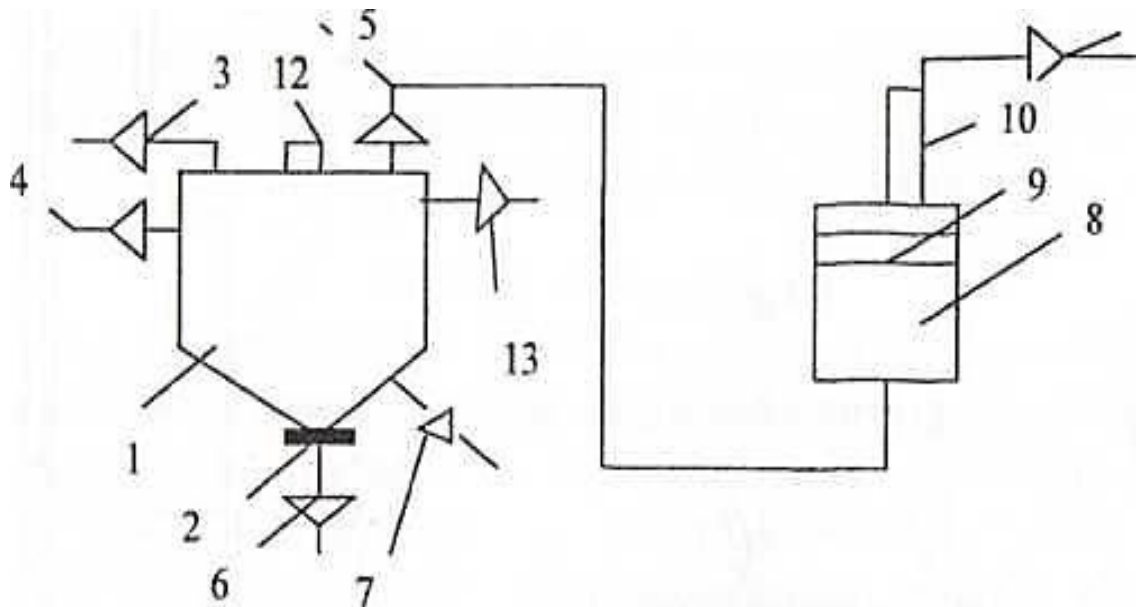


Рис. 7.1 – Схема лабораторної біогазової установки:

1 – реактор; 2 – електронагрівач; 3 – трубопровід для заливання біомаси; 4 – трубопровід для заливання води; 5 – трубопровід виходу біогазу; 6 – вентиль для очищення реактора; 7 – вентиль для зливання води; 8 – газгольдер; 9 – рівнемір; 10 – трубопровід виходу біогазу; 11 – вентиль подачі біогазу; 12 – мішалка біомаси; 13 – вентиль для зливання біомаси.

Установка працює таким чином. Водяна суміш біомаси по трубопроводу 3 через відкритий вентиль заливається у реактор. По трубопроводу 4 заливається вода, яка є акумулятором тепла і служить теплоізолятором активної зони біореактора від зовнішнього середовища. Температура води за допомогою електронагрівача 2 та системи керування температурним процесом підтримується у межах 35-45°C. Вона є оптимальною з точки зору протікання процесу метанової ферментації та енергетичних затрат біореактора.

У реакторі при дотримуванні вищеназваних вимог відбувається розкладання целюлози $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} = 3n\text{CO}_2 + 3n\text{CH}_4 + 18,9n(Q)$, а також крохмалю, цукрів, жирів з виділенням метану CH_4 . Для запобіганню утворення

кірки, однорідності біомаси та попередження локальним проявом метанової ферментації застосовують мішалку 12, яка періодично перемішує масу.

Біогаз з реактора надходить по трубопроводу 5 у газгольдер, де і зберігається. Рівнемір 9 дає змогу визначати наявність та об'єм газу у газгольдері. Відпрацьована біомаса (органічні добрива) зливається через вентиль 13 при заливанні свіжої біомаси. Заливаючи свіжу біомасу, необхідно залишити у реакторі не менше 1/3 старої для швидкого розмноження мікроорганізмів. Таким чином, дотримується ізоляція активної зони біореактора від потрапляння повітря та інтенсивність біогазової ферментації. Вентиль 6 призначений для очищення реактора при його зупинці за допомогою вентиля 7 зливають воду із зони акумуляції тепла.

Реактор (рис. 7.2) являє собою циліндричну конструкцію, виконану із хімічно стійкого матеріалу. Складається із двох містностей. В активну зону реактора 1 закладають біомасу, де і відбувається процес бродіння. Зону акумуляції тепла заповнюють водою, яка підігривається за допомогою електропідігрівача і служить для підтримання оптимальної температури процесу.

Автоматизована система контролю та регулювання біологічних процесів забезпечує сталу температуру у межах $40 \pm 1^\circ\text{C}$ та періодичне перемішування біоматеріалу. Температура підтримується за допомогою електронного терморегулятора типу ТРЦ-02.

За допомогою вентилів 4, 5, та 9 заливають та зливають біомасу. Шланг 10 з'єднує біореактор з газгольдером. Газгольдер являє собою дві циліндричні місткості 12 і 14. Місткість 12 служить рівнеміром і піднімається вгору під тиском газу, показуючи його кількість. Напрямна 13 покращує рух рівнеміра у вертикальному напрямку.

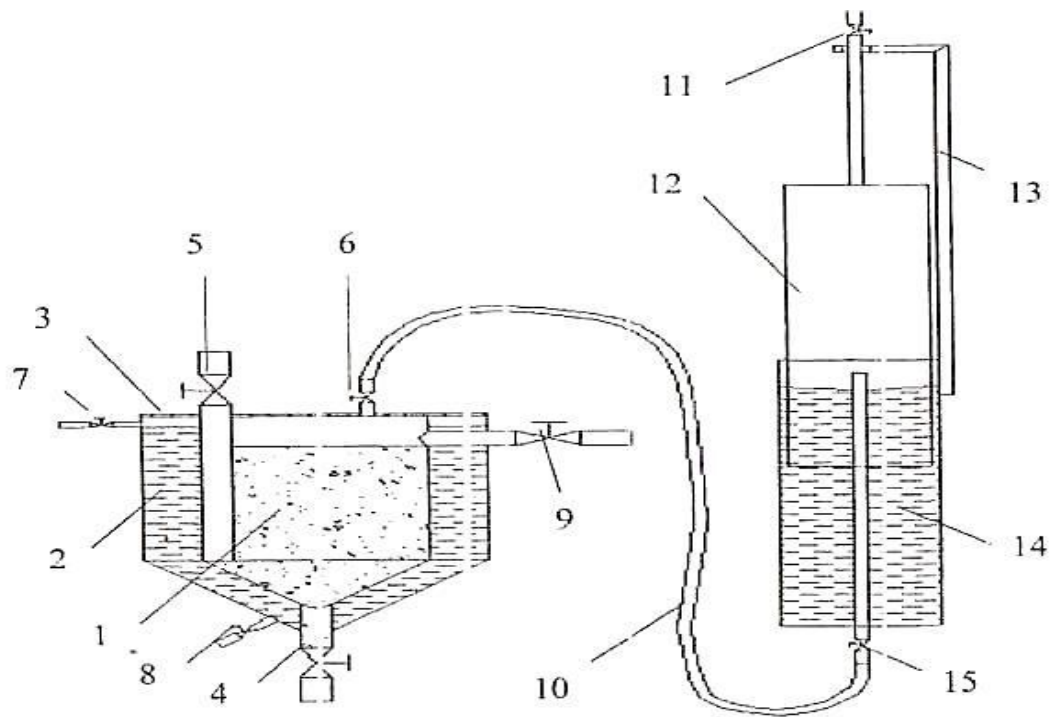


Рис. 7.2 – Біогазовий реактор:

1 – активна зона біореактора; 2 – зона акумуляції тепла; 3 – кришки; 4 – вентиль для очищення біореактора; 5 – вентиль для заливання біомаси; 6, 11 – вентиль для виходу біогазу; 7 – вентиль для заливання води; 8 – вентиль для зливання води; 9 – вентиль для зливання біомаси; 10 – шланг; 12 – місткість; 13 – напрямна; 14 – нижня циліндрична місткість газгольдера

Хід роботи

Завдання 1. Описати технологічну схему отримання біогазу.

Завдання 2. Описати будову біогазового реактора.

Контрольні питання

1. Перелічіть та опишіть умови при яких можливе утворення біогазу.

2. Пояснити будову та принцип дії реактора.

3. Як регулюється температура у біореакторі.

Література: [2, с. 200–240; 4, с. 274–283; 5, с. 506–520; 10].

2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

A 5 (відмінно) 90–100

Студент має глибокі, міцні і системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати та використовує у своїх відповідях спеціальну термінологію, володіє латинськими назвами, володіє понятійним апаратом; уміє застосувати здобуті теоретичні знання під час розв'язання практичних завдань, що стосується нових технологій дослідження структури клітини; самостійно може підготувати змістовний реферат і захистити основні його положення.

B 4,5 (добре) 85–89

Студент має глибокі, міцні та системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати та використовує у своїх відповідях спеціальну термінологію, володіє понятійним апаратом, латинськими назвами, але у своїх відповідях може допустити неточності, зустрічаються незначні помилки під час виконання завдань; самостійно може підготувати змістовний реферат і захистити основні його положення.

C 4 (добре) 75–84

Студент знає програмний матеріал у повному обсязі, має практичні вміння, але не вміє самостійно логічно мислити, зокрема, підготувати реферат і захищати його положення. Відповідь його повна, змістовна, але з певними неточностями.

D 3,5 (задовільно) 65–74

Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, за допомогою викладача може аналізувати матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. За допомогою викладача може підготувати реферативну роботу.

E 3 (задовільно) 60–64

Студент має початковий рівень знань, володіє необхідними уміннями та

навичками для вирішення стандартних завдань; виявляє розуміння основних положень навчального матеріалу на репродуктивному (відтворюючому) рівні; здатний з помилками дати визначення понять та термінів, що вивчаються; може самостійно оволодівати частиною навчального матеріалу, але висновки робить нелогічні, непослідовні.

FX 2 (незадовільно) 35–59

Студент мало усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності; слабо орієнтується в поняттях, визначеннях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі; робить спробу розповісти суть заданого, але відповідає лише за допомогою викладача на рівні «так» чи «ні»; однак може самостійно знайти в підручнику відповідь.

X 1 (незадовільно) 1–34

Студент зовсім не володіє необхідними знаннями, уміннями, навичками та науковими термінами з дисципліни, що вивчається, зовсім не здатний до самостійного вивчення дисципліни.

Підсумковий контроль з дисципліни здійснюється у вигляді екзамену, що проводиться після закінчення другого семестру (закінчення курсу). Отриману кількість балів переводять у національну шкалу відповідно до таблиці та виставляють у екзаменаційну відомість:

| Оцінка за 100-бальною шкалою | Оцінка за національною шкалою |
|------------------------------|--|
| 90–100 | відмінно |
| 82–89 | добре |
| 74–81 | |
| 64–73 | задовільно |
| 60–63 | |
| 35–59 | незадовільно з можливістю повторного складання |
| 0–34 | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 1. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 424 с.
2. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 2. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 368 с.
3. Экологическая біотехнологія ; [пер. с англ.] ; под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Дж. Вейза. – Л. : Химия, 1990. – 384 с.
4. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды : [пер. с англ.] ; под ред., с предисл. и дополн. В. Г. Дебабова. – М. : Мир, 1987. – 422 с.
5. Герасименко В. Г. Биотехнология : учеб. пособие / В. Г. Герасименко. – К. : Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 343 с.
6. Терещук А. И. Исследование и переработка осадков сточных вод / А. И. Терещук. – Львов : Вища шк., Изд-во при Львов. ун-те, 1988. – 148 с.
7. Бірюков В. В. Основи промислової біотехнології / В. В. Бірюков. – М. : КолосС, 2004. – 296 с.
8. Бекер М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М. : Агропромиздат, 1990. – 334 с.
9. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. – М. : Высш. шк., 1978. – 271 с.
10. Никитин Г. А. Метановое брожение в биотехнологии / Г. А. Никитин. – К. : Выща шк., 1990. – 207 с.
11. Степановских А. С. Охрана окружающей среды : учебник для вузов / А. С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 559 с.
12. Василенко А. А. Водоотведение. Курсовое проектирование / А. А. Василенко. – Киев : Вища школа, 1988 – 255 с.
13. Кедров В.С. Водоснабжение и канализация : учебник для вузов / В. С.

Кедров, П. П. Пальгунов, М. А. Сомов. – М. : Стройиздат. 1984. – 288 с.

Додаткова

14. Алексеев Л. С. Контроль качества воды: ученик / Л. С. Алексеев / – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 159 с.

15. Ляшенко О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / О. А. Ляшенко /. – СПб.: СПб ГТУРП, 2012. – 67 с.

16. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова /. – М.: Академия, 2007. – 288 с.

17. Боголюбова. В. М. Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б., Сафранов Т. А., Горова А. І., Прилипко В. А., Адаменко О. М., Полетаєва Л. М., Картавцев О. М./ – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 232 с.

18. Мацнев А. І. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля Навч. Посібник / Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. /. – Рівне: ВАТ Рівненська друкарня, 2000. – 504 с.

Методичні вказівки щодо лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи екологічної біотехнології» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі: к. т. н., ст.. викл. О. А. Сакун

к. т. н., доц. А. В. Пасенко

Відповідальний за випуск доц. кафедри біотехнологія і здоров'я людини
А. В. Пасенко

Підп. до др. _____ 2017. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600

