

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-153М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «**Біобезпека та біоетика**»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«**Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика**»
спеціальності 162 «**Біотехнології та біоінженерія**»
денної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол №4 від 21.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Біобезпека та біоетика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання [Електронне видання] / Грицина О. О., Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2025. – 55 с.

Укладачі: Грицина О. О., к.т.н., доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи;
Бедункова О. О., д.б.н., професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д.т.н., професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» Грицина О. О.

© О. О. Грицина,
О. О. Бедункова, 2025
© НУВГП, 2025

Зміст

Практичне заняття №1. Методи оцінки ризиків у біотехнології.....	4
Практичне заняття №2. Виробнича біобезпека.....	15
Практичне заняття №3. Екологічна безпека.....	26
Практичне заняття №4. Етичні проблеми в біотехнології та біоінженерії.....	40
Практичне заняття №5. Безпека та робота в лабораторії.....	49
Рекомендована література.....	55

Практичне заняття №1. Методи оцінки ризиків у біотехнології.

Мета заняття:

- Ознайомлення студентів з методами оцінки біологічних ризиків.
- Формування навичок аналізу та управління біологічними ризиками.

Оснащення:

- Комп'ютери з доступом до Інтернету.
- Програмне забезпечення для оцінки ризиків (наприклад, @RISK, RiskWatch).
- Презентації та навчальні матеріали.

Хід заняття:

- 1. Вступна частина (10 хвилин)**
 - Представлення теми та мети заняття.
 - Визначення основних понять: ризик, оцінка ризику, управління ризиками.
 - Короткий огляд методів оцінки ризиків.
- 2. Теоретична частина (20 хвилин)**
 - Лекція-презентація про основні методи оцінки ризиків:
 - Квалітативні методи: експертне оцінювання, метод Делфі.
 - Кількісні методи: аналіз дерева рішень, модель Монте-Карло.
 - Приклади оцінки ризиків у біотехнології (наприклад, ризики при культивуванні ГМО).
- 3. Практична частина (100 хвилин)**
 - **Завдання 1. Аналіз ризиків у гіпотетичному біотехнологічному проекті (50 хвилин).**
 - Оберіть один із запропонованих проектів (наприклад, виробництво біопалива, культивування ГМО).

- Опишіть основні процеси, що відбуваються в проекті.
 - Ідентифікуйте потенційні ризики.
 - Використайте квалітативні методи для оцінки ризиків.
- **Завдання 2. Моделювання ризиків за допомогою спеціалізованого ПЗ (50 хвилин).**
 - Введіть дані про ризики у програмне забезпечення.
 - Проведіть моделювання ризиків.
 - Проаналізуйте результати моделювання та визначте найбільш критичні ризики.
 - Розробіть план управління ризиками.
- 4. Заключна частина (20 хвилин)**
- Обговорення результатів виконання завдань.
 - Обмін думками щодо різних методів оцінки ризиків.
 - Висновки та рекомендації щодо подальшого вивчення методів оцінки ризиків.
 - Відповіді на запитання студентів.

Самостійна робота

- Опрацювання додаткових матеріалів з оцінки ризиків.
- Підготовка реферату на тему "Сучасні методи оцінки біологічних ризиків у біотехнології".

Контроль знань

- Оцінювання виконання практичних завдань.
- Тестування з теоретичних аспектів оцінки ризиків.

Приклад виконання завдання №1: Аналіз ризиків у гіпотетичному біотехнологічному проекті.

Обраний проект: Культивування ГМО (генетично модифікованих організмів) рослин для підвищення стійкості до шкідників.

Опис основних процесів в проекті:

1. Вибір гену для модифікації:

- Ідентифікація гену, що відповідає за стійкість до певних шкідників.
- Включення цього гену в рослинний геном за допомогою агробактеріальної трансформації або генної гармати.

2. Трансформація рослин:

- Використання лабораторних методів для введення модифікованого гену в рослинні клітини.
- Вирощування трансгенних рослин з використанням культивування тканин.

3. Тестування та селекція:

- Тестування рослин на стійкість до шкідників у контрольованих умовах.
- Відбір найкращих зразків для подальшого розмноження.

4. Польові випробування:

- Вирощування обраних трансгенних рослин у відкритому ґрунті для оцінки їхньої стійкості в реальних умовах.
- Моніторинг впливу на навколишнє середовище та інші рослини.

5. Масове вирощування:

- Масове виробництво трансгенних рослин для комерційного використання.
- Розповсюдження насіння серед фермерів.

Ідентифікація потенційних ризиків:

1. Генетична нестабільність:

- Модифіковані гени можуть мати непередбачувані взаємодії з іншими генами, що може призвести до небажаних змін у рослинах.
- 2. **Вплив на навколишнє середовище:**
 - Можливість перехресного запилення з дикорослими родичами, що може призвести до появи стійких до шкідників бур'янів.
 - Вплив на біорізноманіття.
- 3. **Безпека для людини та тварин:**
 - Потенційні алергенні або токсичні властивості модифікованих рослин.
- 4. **Економічні ризики:**
 - Залежність фермерів від закупівлі модифікованого насіння.
 - Монополізація ринку великими агробізнесами.

Використання квалітативних методів для оцінки ризиків:

1. **Експертне оцінювання:**
 - Запрошення експертів з генетики, екології, медицини та економіки для оцінки імовірності та впливу ідентифікованих ризиків.
 - Обговорення та узгодження думок експертів щодо кожного ризику.
2. **Метод Делфі:**
 - Проведення декількох раундів опитувань серед групи експертів з метою досягнення консенсусу щодо оцінки ризиків.
 - Аналіз відповідей експертів після кожного раунду та коригування запитань для наступного раунду.
3. **Матрична оцінка ризиків:**

- Побудова матриці, де ризики класифікуються за двома критеріями: імовірність виникнення та ступінь впливу.
- Визначення пріоритетних ризиків для подальшого управління.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №1:

1. Виробництво біопалива з мікроводоростей:

- Основні процеси: Культивування, збирання, перетворення на біопаливо
- Потенційні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту
- Методи оцінки ризиків: Експертне оцінювання, матрична оцінка ризиків

2. Культивування ГМО рослин:

- Основні процеси: Генетична модифікація, вирощування, збирання
- Потенційні ризики: Генетична нестабільність, вплив на місцеву флору
- Методи оцінки ризиків: Метод Делфі, SWOT-аналіз

3. Виробництво біопластику:

- Основні процеси: Синтез полімерів, формування продуктів, утилізація відходів
- Потенційні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту
- Методи оцінки ризиків: Експертне оцінювання, аналіз дерева рішень

4. Виробництво біодобрив:

- Основні процеси: Ферментація, збирання, пакування
- Потенційні ризики: Зараження ґрунтів, забруднення води
- Методи оцінки ризиків: Метод Делфі, матрична оцінка ризиків

5. Біоремедіація:

- Основні процеси: Інокуляція мікроорганізмів, моніторинг, утилізація забруднювачів

- Потенційні ризики: Зараження інших організмів, вплив на біорізноманіття

- Методи оцінки ризиків: Експертне оцінювання, SWOT-аналіз

6. Вирощування мікроводоростей для біопалива:

- Основні процеси: Культивування, збирання, перетворення на біопаливо

- Потенційні ризики: Витік хімікатів, забруднення води, повітря

- Методи оцінки ризиків: Метод Делфі, аналіз дерева рішень

7. Виробництво вакцин:

- Основні процеси: Генетична модифікація, виробництво, контроль якості

- Потенційні ризики: Безпека для людини, ефективність, вплив на біорізноманіття

- Методи оцінки ризиків: SWOT-аналіз, матрична оцінка ризиків

8. Виробництво біоводню:

- Основні процеси: Електроліз, зберігання, транспортування

- Потенційні ризики: Вибухонебезпечність, технічні несправності, вплив на середовище

- Методи оцінки ризиків: Експертне оцінювання, метод Делфі

9. Виробництво біолюмінесцентних бактерій:

- Основні процеси: Генетична модифікація, культивування, збирання

- Потенційні ризики: Генетична нестабільність, вплив на місцеву флору

- Методи оцінки ризиків: SWOT-аналіз, аналіз дерева рішень

10. Виробництво біопестицидів:

- Основні процеси: Синтез активних речовин, виробництво, пакування
- Потенційні ризики: Зараження ґрунтів, водних об'єктів, вплив на корисних комах
- Методи оцінки ризиків: Метод Делфі, матрична оцінка ризиків.

Приклад виконання завдання №2 **Моделювання ризиків за допомогою спеціалізованого ПЗ.**

Обраний проект: Культивування ГМО (генетично модифікованих організмів) рослин для підвищення стійкості до шкідників.

Введіть дані про ризики у програмне забезпечення.

1. Ідентифіковані ризики:

- Генетична нестабільність: можливість небажаних мутацій у ГМО рослин.
- Вплив на навколишнє середовище: перехресне запилення з дикорослими родичами.
- Безпека для людини: потенційні алергенні або токсичні властивості ГМО рослин.
- Економічні ризики: залежність фермерів від закупівлі модифікованого насіння.

2. Введення даних:

- Створення таблиці ризиків з параметрами: імовірність виникнення (низька, середня, висока), ступінь впливу (незначний, середній, високий).
- Приклад введених даних:
 - Генетична нестабільність: імовірність - середня, вплив - високий.
 - Вплив на навколишнє середовище: імовірність - висока, вплив - середній.

- Безпека для людини: імовірність - низька, вплив - високий.
- Економічні ризики: імовірність - середня, вплив - середній.

Проведіть моделювання ризиків

1. Вибір програмного забезпечення:

- Використання спеціалізованого ПЗ для оцінки ризиків, наприклад, @RISK або RiskWatch.

2. Процес моделювання:

- Введення даних про ризики у програмне забезпечення.
- Налаштування параметрів моделювання для врахування всіх можливих сценаріїв.

Проаналізуйте результати моделювання та визначте найбільш критичні ризики

1. Результати моделювання:

- Генетична нестабільність: високий ризик впливу на продуктивність рослин.
- Вплив на навколишнє середовище: високий ризик перехресного запилення з дикорослими родичами.
- Безпека для людини: середній ризик потенційної токсичності.
- Економічні ризики: середній ризик залежності фермерів від закупівлі насіння.

2. Класифікація критичних ризиків:

- Найбільш критичні ризики: генетична нестабільність та вплив на навколишнє середовище.

Розробіть план управління ризиками

1. План управління ризиками:

- Генетична нестабільність:

- Проведення додаткових досліджень для мінімізації ризику мутацій.
- Впровадження системи моніторингу генетичної стабільності рослин.
 - Вплив на навколишнє середовище:
 - Розробка стратегій для запобігання перехресного запилення.
 - Створення зон буферної безпеки між ГМО рослинами та дикорослими родичами.
 - Безпека для людини:
 - Впровадження додаткових тестувань для виявлення алергенних або токсичних властивостей.
 - Економічні ризики:
 - Розробка програм підтримки фермерів для зниження залежності від закупівлі насіння.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №2.

1. Культивування ГМО рослин:

- Введення даних про ризики: Генетична нестабільність, вплив на навколишнє середовище, безпека для людини.
- ПЗ для моделювання: @RISK.
- Аналіз результатів моделювання: Визначення найбільш критичних ризиків.
- План управління ризиками: Моніторинг генетичної стабільності, запобігання перехресного запилення.

2. Виробництво біопалива:

- Введення даних про ризики: Вибухонебезпечність, токсичність, екологічний вплив.
- ПЗ для моделювання: RiskWatch.
- Аналіз результатів моделювання: Виявлення найбільших ризиків.
- План управління ризиками: Додаткові заходи безпеки, утилізація токсичних відходів.

3. Вирощування мікроводоростей для біопалива:

- Введення даних про ризики: Зараження культурами, технічні несправності, витрати ресурсів.
- ПЗ для моделювання: @RISK.
- Аналіз результатів моделювання: Аналіз впливу ризиків на виробництво.
- План управління ризиками: Запобігання зараженню, технічне обслуговування обладнання.

4. Генна терапія для лікування хвороб:

- Введення даних про ризики: Ефективність лікування, побічні ефекти, етичні питання.
- ПЗ для моделювання: RiskWatch.
- Аналіз результатів моделювання: Оцінка ризиків ефективності і побічних ефектів.
- План управління ризиками: Додаткові клінічні дослідження, етичні комітети.

5. Виробництво біопластиків:

- Введення даних про ризики: Токсичність сировини, екологічні наслідки, зберігання.
- ПЗ для моделювання: @RISK.
- Аналіз результатів моделювання: Визначення критичних токсичних та екологічних ризиків.
- План управління ризиками: Заміна токсичних матеріалів, безпечне зберігання.

6. Біоремедіація (очищення ґрунтів):

- Введення даних про ризики: Зараження інших організмів, ефективність, вплив на середовище.
- ПЗ для моделювання: RiskWatch.
- Аналіз результатів моделювання: Аналіз ризиків впливу на середовище.
- План управління ризиками: Моніторинг середовища, підвищення ефективності методів.

7. Виробництво вакцин:

- Введення даних про ризики: Безпека для людини, ефективність, вплив на середовище.
- ПЗ для моделювання: @RISK.
- Аналіз результатів моделювання: Визначення критичних ризиків безпеки та ефективності.
- План управління ризиками: Додаткові тестування, контроль якості.

8. Виробництво біодобрив:

- Введення даних про ризики: Зараження ґрунтів, екологічні наслідки, витрати ресурсів. ПЗ для моделювання: RiskWatch.
- Аналіз результатів моделювання: Аналіз впливу ризиків на ґрунти.
- План управління ризиками: Запобігання зараженню, екологічний моніторинг.

9. Виробництво біоводню:

- Введення даних про ризики: Вибухонебезпечність, технічні несправності, вплив на середовище.
- ПЗ для моделювання: @RISK.
- Аналіз результатів моделювання: Оцінка ризиків вибухонебезпечності і технічних несправностей.
- План управління ризиками: Додаткові заходи безпеки, технічне обслуговування обладнання.

10. Виробництво біолоюмінесцентних бактерій:

- Введення даних про ризики: Генетична нестабільність, вплив на середовище, безпека для людини.
- ПЗ для моделювання: RiskWatch.
- Аналіз результатів моделювання: Визначення найбільш критичних ризиків.

Практичне заняття №2. Виробнича біобезпека.

Мета заняття:

- Ознайомлення студентів з принципами та правилами виробничої біобезпеки.
- Формування навичок застосування заходів безпеки при роботі з біологічними агентами на виробництві.

Оснащення:

- Комп'ютери з доступом до Інтернету.
- Захисний одяг (лабораторні халати, рукавички, окуляри).
- Навчальні матеріали (презентації, статті, методичні рекомендації).

Хід заняття:

- 1. Вступна частина (10 хвилин)**
 - Ознайомлення студентів з темою та метою заняття.
 - Визначення основних понять: біобезпека, виробнича біобезпека, біологічні агенти.
- 2. Теоретична частина (20 хвилин)**
 - Лекція-презентація про основні аспекти виробничої біобезпеки:
 - Класифікація біологічних агентів за рівнями небезпеки.
 - Принципи роботи у зоні біологічної безпеки (BSL-1, BSL-2, BSL-3, BSL-4).
 - Основні заходи захисту: фізичні, хімічні, організаційні.
 - Приклади впровадження заходів біобезпеки на реальних виробництвах.
- 3. Практична частина (100 хвилин)**
 - **Завдання 3. Розробка плану біобезпеки для лабораторії або виробництва (50 хвилин):**

- Виберіть один із запропонованих об'єктів (наприклад, лабораторія з генетичними дослідженнями, виробництво вакцин).
- Опишіть потенційні біологічні загрози для даного об'єкта.
- Розробіть заходи захисту, які повинні бути впроваджені (захисний одяг, вентиляційні системи, контроль доступу).
- **Завдання 4. Аналіз випадку порушення біобезпеки (50 хвилин):**
 - Розгляньте реальний або гіпотетичний випадок порушення біобезпеки на виробництві (наприклад, витік біологічного агента).
 - Проаналізуйте причини порушення та запропонуйте заходи, які могли б запобігти даному інциденту.
 - Обговоріть наслідки для працівників та навколишнього середовища.

4. Заключна частина (10 хвилин)

- Обговорення результатів виконання завдань.
- Обмін думками щодо різних методів забезпечення виробничої біобезпеки.
- Висновки та рекомендації щодо подальшого вдосконалення заходів біобезпеки.
- Відповіді на запитання студентів.

Самостійна робота:

- Опрацювання додаткових матеріалів з виробничої біобезпеки.
- Підготовка реферату на тему "Сучасні методи забезпечення виробничої біобезпеки".

Контроль знань:

- Оцінювання виконання практичних завдань.
- Тестування з теоретичних аспектів виробничої біобезпеки.

Приклад виконання завдання 3. Розробка плану біобезпеки для лабораторії з генетичними дослідженнями.

Опис потенційних біологічних загроз для даного об'єкта:

- 1. Робота з патогенними мікроорганізмами:**
 - **Інфекційні агенти:** Використання патогенів різного рівня небезпеки (бактерії, віруси, гриби) для генетичних маніпуляцій.
 - **Контамінація обладнання:** Можливість зараження лабораторного обладнання та інструментів.
- 2. Генетична модифікація організмів:**
 - **Непередбачувані зміни:** Ризик створення небезпечних або стійких штамів, які можуть мати негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище.
 - **Горизонтальне перенесення генів:** Можливість передачі генетичних модифікацій іншим організмам або дикорослим видам.
- 3. Витік біологічних матеріалів:**
 - **Механічні пошкодження:** Розбиття контейнерів або пробірок з біологічними агентами.
 - **Технічні несправності:** Несправності обладнання, наприклад, автоклавів або фільтраційних систем.

Заходи захисту, які повинні бути впроваджені

- 1. Захисний одяг:**

- **Обов'язковий набір:** Лабораторні халати, рукавички, захисні окуляри, маски або респіратори.
 - **Додатковий захист:** Захисні костюми з позитивним тиском повітря (особливо для BSL-3 та BSL-4 лабораторій).
2. **Вентиляційні системи:**
- **Система вентиляції:** Встановлення системи вентиляції з вискоелективними фільтрами HEPA для очищення повітря.
 - **Негативний тиск:** Забезпечення негативного тиску у приміщеннях для запобігання витоку біологічних агентів.
3. **Контроль доступу:**
- **Електронні системи контролю:** Використання біометричних сканерів або карткових ідентифікаторів для обмеження доступу.
 - **Зоновані області:** Введення зонованого доступу з чітким розмежуванням зон різного рівня безпеки.
4. **Процедури деконтамінації:**
- **Регулярна дезінфекція:** Проведення регулярної дезінфекції робочих зон, обладнання та біологічних зразків.
 - **Стерилізація відходів:** Використання автоклавів для стерилізації біологічних відходів перед їх утилізацією.
5. **Навчання персоналу:**
- **Регулярні тренінги:** Проведення регулярних тренінгів з біобезпеки для всього персоналу.
 - **Оновлення знань:** Постійне оновлення знань про нові методи та процедури забезпечення безпеки.

6. План дій у надзвичайних ситуаціях:

- **Розробка плану:** Створення детального плану дій на випадок аварії або витоку біологічних агентів.
- **Навчальні вправи:** Організація регулярних навчальних вправ для відпрацювання процедур евакуації та ізоляції.

Приклад реалізації заходів

1. Захисний одяг:

- Усі працівники лабораторії зобов'язані носити лабораторні халати, рукавички та захисні окуляри при роботі з біологічними матеріалами.
- Для роботи з високонебезпечними патогенами використовується захисний костюм з позитивним тиском повітря.

2. Вентиляційні системи:

- У лабораторії встановлена система вентиляції з HEPA-фільтрами, що забезпечують очищення повітря.
- В приміщеннях лабораторії підтримується негативний тиск для запобігання витоку біологічних агентів назовні.

3. Контроль доступу:

- Доступ до лабораторії здійснюється за допомогою біометричних сканерів та карткових ідентифікаторів.
- Лабораторія поділена на зони різного рівня безпеки, доступ до яких мають лише авторизовані особи.

4. Процедури деконтамінації:

- Регулярна дезінфекція робочих зон та обладнання проводиться за допомогою спеціалізованих дезінфікуючих засобів.

- Біологічні відходи перед утилізацією проходять обов'язкову стерилізацію в автоклавах.

5. Навчання персоналу:

- Щорічно проводяться тренінги з біобезпеки для всіх працівників лабораторії.
- Нові працівники проходять обов'язковий інструктаж з біобезпеки перед початком роботи.

6. План дій у надзвичайних ситуаціях:

- Розроблений та впроваджений план дій на випадок аварійної ситуації, що включає евакуацію та ізоляцію.
- Регулярно проводяться навчальні вправи з відпрацюванням плану евакуації.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №3:

1. Лабораторія з генетичними дослідженнями.

- Потенційні біологічні загрози: Інфекційні агенти, контамінація обладнання.
- Заходи захисту: Захисний одяг, регулярна дезінфекція.

2. Виробництво вакцин.

- Потенційні біологічні загрози: Витік біологічних матеріалів, технічні несправності.
- Заходи захисту: Вентиляційні системи з НЕРА-фільтрами, контроль доступу.

3. Лабораторія з культивування клітин.

- Потенційні біологічні загрози: Генетична нестабільність, зараження культурами.
- Заходи захисту: Стерилізація відходів, контроль генетичної стабільності.

4. Виробництво біопалив.

- Потенційні біологічні загрози: Токсичні речовини, екологічні наслідки.

- Заходи захисту: Захисний одяг, система вентиляції, контроль доступу.

5. Лабораторія з дослідження ГМО.

- Потенційні біологічні загрози: Генетичні модифікації, горизонтальне перенесення генів.

- Заходи захисту: Процедури деконтамінації, зонований доступ.

6. Виробництво біопластиків.

- Потенційні біологічні загрози: Токсичність сировини, вплив на навколишнє середовище.

- Заходи захисту: Регулярна дезінфекція, використання безпечних матеріалів.

7. Лабораторія з вірусології.

- Потенційні біологічні загрози: Робота з патогенами, механічні пошкодження.

- Заходи захисту: Захисний костюм з позитивним тиском, план дій у надзвичайних ситуаціях.

8. Виробництво біодобрив.

- Потенційні біологічні загрози: Зараження ґрунтів, екологічні наслідки.

- Заходи захисту: Моніторинг середовища, технічне обслуговування обладнання.

9. Лабораторія з мікробіології.

- Потенційні біологічні загрози: Інфекційні агенти, технічні несправності.

- Заходи захисту: Регулярні тренінги з біобезпеки, електронні системи контролю доступу.

10. Виробництво біоводню.

- Потенційні біологічні загрози: Вибухонебезпечність, технічні несправності.

- Заходи захисту: Додаткові заходи безпеки, зонований доступ.

Приклад виконання завдання 4. Аналіз випадку порушення біобезпеки.

Розгляньте реальний або гіпотетичний випадок порушення біобезпеки на виробництві:

Гіпотетичний випадок: Витік патогенного вірусу в лабораторії з генетичними дослідженнями.

Опис випадку: В лабораторії з генетичними дослідженнями відбувся витік патогенного вірусу під час роботи з генетичними модифікаціями. Лаборант випадково розбив пробірку з вірусом, що призвело до розповсюдження вірусу в лабораторії. Це сталося через порушення правил безпеки при роботі з біологічними агентами.

Аналіз причин порушення:

1. Недотримання правил безпеки:

- Лаборант не використовував захисні окуляри та маску, що підвищило ризик зараження.
- Недотримання процедури обробки та переміщення біологічних зразків.

2. Технічні несправності:

- Несправність вентиляційної системи, яка повинна була забезпечити безпечне видалення аерозолів.
- Відсутність системи аварійного блокування в зоні з високим рівнем небезпеки.

3. Недостатнє навчання персоналу:

- Лаборант не пройшов повний курс навчання з біобезпеки.
- Відсутність регулярних тренінгів та інструктажів з оновленими протоколами безпеки.

Заходи, які могли б запобігти даному інциденту:

1. Посилення контролю за дотриманням правил безпеки:

- Введення обов'язкового носіння захисного одягу (окуляри, маски, рукавички) при роботі з біологічними агентами.
 - Створення протоколів обробки та переміщення біологічних зразків з обов'язковим виконанням.
- 2. Модернізація технічного обладнання:**
- Перевірка та регулярне обслуговування вентиляційних систем для забезпечення їх справної роботи.
 - Встановлення системи аварійного блокування у всіх зонах з високим рівнем небезпеки.
- 3. Покращення навчання персоналу:**
- Проведення обов'язкових курсів навчання з біобезпеки для всього персоналу лабораторії.
 - Організація регулярних тренінгів та інструктажів з оновленими протоколами безпеки.

Обговорення наслідків для працівників та навколишнього середовища:

- 1. Наслідки для працівників:**
- Підвищений ризик зараження та можливе захворювання лаборанта та інших працівників.
 - Можливі серйозні наслідки для здоров'я, включаючи госпіталізацію та необхідність довготривалого лікування.
 - Психологічний стрес та страх перед повторенням інциденту.
- 2. Наслідки для навколишнього середовища:**
- Потенційний ризик розповсюдження вірусу за межі лабораторії та зараження навколишнього середовища.

- Загроза для громадськості у разі неналежного контролю та ізоляції вірусу.
- Необхідність проведення дезінфекційних заходів та утилізації контамінованих матеріалів.

Висновки:

Витік патогенного вірусу в лабораторії з генетичними дослідженнями є серйозним порушенням біобезпеки, що може мати важкі наслідки для працівників та навколишнього середовища. Для запобігання подібним інцидентам необхідно забезпечити дотримання правил безпеки, модернізацію технічного обладнання та покращення навчання персоналу.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №4:

1. Витік вірусу у лабораторії.

- Опис випадку: Лаборант випадково розбив пробірку з вірусом.
- Причини порушення: Недотримання правил безпеки, несправність вентиляції.

2. Контамінація обладнання в біоінженерії.

- Опис випадку: Неналежна обробка обладнання призвела до зараження інших зразків.
- Причини порушення: Недостатнє навчання, неправильне використання дезінфікуючих засобів.

3. Витік хімічних речовин у біопластиці.

- Опис випадку: Пробиття контейнеру з токсичними речовинами під час транспортування.
- Причини порушення: Порушення правил транспортування, несправність контейнерів.

4. Непередбачувана мутація в ГМО рослинах.

- Опис випадку: Генетичні модифікації призвели до стійкості до пестицидів у дикорослих видів.

- Причини порушення: Недостатній контроль за генетичними модифікаціями.

5. Витік бактерій у виробництві біодобрив.

- Опис випадку: Несправність системи фільтрації призвела до витоку бактерій.

- Причини порушення: Недотримання технічного обслуговування, технічні несправності.

6. Несправність автоклава у виробництві вакцин.

- Опис випадку: Несправність автоклава призвела до недостатньої стерилізації вакцин.

- Причини порушення: Недостатнє технічне обслуговування, відсутність резервних систем.

7. Розбиття контейнерів з відходами.

- Опис випадку: Неправильне зберігання контейнерів призвело до їх розбиття.

- Причини порушення: Недотримання правил зберігання, недостатні заходи безпеки.

8. Зараження працівників у лабораторії.

- Опис випадку: Недотримання правил роботи з патогенами призвело до зараження працівників.

- Причини порушення: Недотримання правил безпеки, відсутність захисного обладнання.

9. Неправильна утилізація біологічних відходів.

- Опис випадку: Неправильна утилізація відходів призвела до зараження водних об'єктів.

- Причини порушення: Порушення правил утилізації, відсутність контролю.

10. Витік газу у виробництві біоводню.

- Опис випадку: Несправність обладнання призвела до витоку вибухонебезпечного газу.

- Причини порушення: Недотримання технічного обслуговування, несправності обладнання.

Практичне заняття №3. Екологічна безпека

Мета заняття:

- Ознайомлення студентів з основними аспектами екологічної безпеки в біотехнологіях.
- Формування навичок оцінки та управління екологічними ризиками, пов'язаними з біотехнологічними процесами.

Оснащення:

- Комп'ютери з доступом до Інтернету.
- Програмне забезпечення для аналізу екологічних ризиків (наприклад, EcoTool).
- Навчальні матеріали (презентації, статті, методичні рекомендації).

Хід заняття:

1. Вступна частина (10 хвилин):

- Ознайомлення студентів з темою та метою заняття.
- Визначення основних понять: екологічна безпека, екологічні ризики, управління екологічною безпекою.
- Короткий огляд екологічних аспектів біотехнологій.

2. Теоретична частина (20 хвилин):

- Лекція-презентація про основні аспекти екологічної безпеки в біотехнологіях:
 - Вплив біотехнологічних процесів на навколишнє середовище.
 - Оцінка екологічних ризиків і розробка заходів для їх мінімізації.
 - Приклади успішних екологічно безпечних біотехнологій.
- Обговорення прикладів екологічних інцидентів у біотехнологічній сфері.

3. Практична частина (100 хвилин):

- **Завдання 5. Оцінка екологічних ризиків у гіпотетичному біотехнологічному проєкті (50 хвилин).**
 - Виберіть один із запропонованих проєктів (наприклад, виробництво біопалива, культивування ГМО).
 - Опишіть основні процеси, що відбуваються в проєкті.
 - Ідентифікуйте потенційні екологічні ризики (наприклад, забруднення води, повітря, ґрунту).
 - Використайте програмне забезпечення для оцінки ризиків та визначте рівні ризиків для різних компонентів навколишнього середовища.
 - **Завдання 6. Розробка заходів для мінімізації екологічних ризиків (50 хвилин).**
 - На основі оцінки ризиків розробіть заходи для мінімізації і управління екологічними ризиками.
 - Опишіть план дій для запобігання екологічним інцидентам (наприклад, використання фільтраційних систем, утилізація відходів, моніторинг стану навколишнього середовища).
- 4. Заключна частина (10 хвилин)**
- Обговорення результатів виконання завдань.
 - Обмін думками щодо різних методів забезпечення екологічної безпеки.
 - Висновки та рекомендації щодо подальшого вдосконалення екологічної безпеки в біотехнологіях.
 - Відповіді на запитання студентів.

Самостійна робота

- Опрацювання додаткових матеріалів з екологічної безпеки.
- Підготовка реферату на тему "Сучасні методи забезпечення екологічної безпеки в біотехнологіях".

Контроль знань

- Оцінювання виконання практичних завдань.
- Тестування з теоретичних аспектів екологічної безпеки.

Приклад виконання завдання 5: Оцінка екологічних ризиків у гіпотетичному біотехнологічному проекті

Обраний проект: Виробництво біопалива з мікроводоростей

Опис основних процесів, що відбуваються в проекті:

1. Культивування мікроводоростей:

- **Опис:** Використання великих фотобіореакторів для вирощування мікроводоростей у контрольованих умовах.
- **Процеси:** Подача живильного розчину, забезпечення оптимального освітлення та температури, циркуляція води для рівномірного росту мікроводоростей.

2. Збирання та обробка:

- **Опис:** Збирання біомаси мікроводоростей з фотобіореакторів.
- **Процеси:** Центрифугування для відділення мікроводоростей від води, сушіння та подрібнення біомаси.

3. Перетворення на біопаливо:

- **Опис:** Хімічне перетворення виділених ліпідів у біодизель або інші види біопалива.
- **Процеси:** Екстракція ліпідів, трансестерифікація (хімічний процес)

перетворення ліпідів у біодизель), очищення отриманого біопалива.

Ідентифікація потенційних екологічних ризиків:

1. Забруднення води:

- **Опис:** Витік поживних речовин або хімічних речовин з фотобіореакторів у водойми або підземні води.
- **Потенційні наслідки:** Евтрофікація (надмірний ріст водоростей у водоймах), забруднення питної води.

2. Забруднення повітря:

- **Опис:** Викиди парів та газів під час хімічного перетворення ліпідів на біопаливо.
- **Потенційні наслідки:** Забруднення повітря, утворення токсичних аерозолів, вплив на здоров'я працівників та мешканців поблизу.

3. Забруднення ґрунту:

- **Опис:** Витік поживних речовин або хімічних речовин з фотобіореакторів на поверхню ґрунту.
- **Потенційні наслідки:** Забруднення ґрунту, вплив на сільськогосподарські угіддя та врожайність.

Використання програмного забезпечення для оцінки ризиків:

1. Вибір програмного забезпечення:

- Використання EcoTool для оцінки екологічних ризиків, що дозволяє аналізувати вплив на різні компоненти навколишнього середовища.

2. Введення даних:

- Введення основних даних про процеси проекту:

- Об'єми поживних речовин, що використовуються для культивування мікроводоростей.
- Типи хімічних речовин, що використовуються під час трансестерифікації.
- Об'єми викидів парів та газів під час перетворення ліпідів на біопаливо.
- Введення даних про потенційні точки витоків або викидів:
 - Місця зберігання поживних розчинів та хімічних речовин.
 - Місця, де відбувається трансестерифікація та очищення біопалива.

3. Оцінка ризиків:

- Аналіз даних у програмному забезпеченні для визначення рівнів ризиків для різних компонентів навколишнього середовища:
 - **Забруднення води:** Витік поживних речовин у водойми та підземні води - середній ризик.
 - **Забруднення повітря:** Викиди парів та газів під час хімічного перетворення - високий ризик.
 - **Забруднення ґрунту:** Витік поживних речовин на поверхню ґрунту - низький ризик.

4. Аналіз результатів та визначення рівнів ризиків:

- Аналіз отриманих результатів оцінки ризиків.
- Визначення найбільш критичних екологічних ризиків:
 - Високий ризик забруднення повітря під час хімічного перетворення ліпідів.

- Середній ризик забруднення води через витік поживних речовин.
- Низький ризик забруднення ґрунту через витік поживних речовин.

Висновок:

На основі проведеної оцінки можна зробити висновок про необхідність розробки заходів для мінімізації найбільш критичних ризиків, таких як викиди парів та газів під час хімічного перетворення ліпідів на біопаливо, та впровадження заходів для запобігання витоку хімічних речовин у водні об'єкти.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №5:

1. Виробництво біопалива з мікродоростей.

- Основні процеси: Культивування мікродоростей, збирання, перетворення на біопаливо.
- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту.
- Використання програмного забезпечення: EсоTool.

2. Культивування ГМО рослин.

- Основні процеси: Генетична модифікація, вирощування, збирання.
- Потенційні екологічні ризики: Генетичне забруднення, вплив на місцеву флору.
- Використання програмного забезпечення: EсоTool.

3. Виробництво біопластику.

- Основні процеси: Синтез полімерів, формування продуктів, утилізація відходів.
- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту.
- Використання програмного забезпечення: EсоTool.

4. Виробництво біодобрив.

- Основні процеси: Ферментація, збирання, пакування.

- Потенційні екологічні ризики: Зараження ґрунтів, забруднення води.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

5. Біоремедіація.

- Основні процеси: Інокуляція мікроорганізмів, моніторинг, утилізація забруднювачів.

- Потенційні екологічні ризики: Зараження інших організмів, вплив на біорізноманіття.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

6. Вирощування мікроводоростей для біопалива.

- Основні процеси: Культивування, збирання, перетворення на біопаливо.

- Потенційні екологічні ризики: Витік хімікатів, забруднення води, повітря.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

7. Виробництво вакцин.

- Основні процеси: Генетична модифікація, виробництво, контроль якості.

- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, вплив на біорізноманіття.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

8. Виробництво біоводню.

- Основні процеси: Електроліз, зберігання, транспортування.

- Потенційні екологічні ризики: Вибухонебезпечність, технічні несправності, вплив на середовище.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

9. Виробництво біолюмінесцентних бактерій

- Основні процеси: Генетична модифікація, культивування, збирання.

- Потенційні екологічні ризики: Генетичне забруднення, вплив на місцеву флору.

- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

10. Виробництво біопестицидів.

- Основні процеси: Синтез активних речовин, виробництво, пакування.
- Потенційні екологічні ризики: Зараження ґрунтів, водних об'єктів, вплив на корисних комах.
- Використання програмного забезпечення: EcoTool.

Приклад виконання завдання 6: Розробка заходів для мінімізації екологічних ризиків.

Обраний проект: Виробництво біопалива з мікроводоростей.

Оцінка ризиків:

- **Забруднення води:** Витік поживних речовин або хімічних речовин з резервуарів у водні об'єкти.
- **Забруднення повітря:** Викиди парів та газів під час хімічного перетворення ліпідів на біопаливо.
- **Забруднення ґрунту:** Витік поживних речовин або хімічних речовин з резервуарів на поверхню ґрунту.

Заходи для мінімізації і управління екологічними ризиками:

1. **Забруднення води:**

- **Вторинні контейнери:** Встановлення додаткових захисних контейнерів навколо основних резервуарів для запобігання витікам.
- **Фільтраційні системи:** Встановлення систем фільтрації для очищення стічних вод перед їх випуском у навколишнє середовище.
- **Моніторинг стану води:** Регулярний аналіз якості води у найближчих водоймах для виявлення забруднень.
- **Системи аварійного реагування:** Впровадження систем для швидкого реагування на випадки витоків, включаючи аварійні насоси і резервуари для збору витіків.

2. Забруднення повітря:

- **Вентиляційні системи:** Встановлення вентиляційних систем з високоефективними фільтрами HEPA для захоплення і очищення викидів.
- **Моніторинг якості повітря:** Регулярний моніторинг якості повітря на виробництві та у навколишньому середовищі.
- **Закриті реактори:** Використання закритих реакторів для хімічних перетворень з метою мінімізації контактів з навколишнім середовищем.
- **Системи контролю викидів:** Автоматизовані системи контролю і зниження викидів парів та газів.

3. Забруднення ґрунту:

- **Захисні бар'єри:** Встановлення захисних бар'єрів навколо резервуарів для запобігання витікам на ґрунт.
- **Контейнери для зберігання:** Використання герметичних контейнерів для зберігання хімічних речовин і поживних речовин.
- **Регулярний моніторинг ґрунту:** Постійний аналіз стану ґрунту для виявлення забруднень та своєчасного реагування.
- **Утилізація відходів:** Забезпечення правильного зберігання та утилізації відходів, що можуть впливати на ґрунт.

План дій для запобігання екологічним інцидентам:

1. Навчання персоналу:

- Проведення регулярних тренінгів для персоналу щодо правил безпеки та процедур реагування на екологічні інциденти.

- Оновлення знань працівників про нові технології і методи управління екологічними ризиками.
- 2. Технічне обслуговування обладнання:**
- Регулярне технічне обслуговування обладнання для запобігання несправностям, що можуть спричинити витoki або викиди.
 - Впровадження систем планово-попереджувального обслуговування.
- 3. Система моніторингу:**
- Встановлення систем моніторингу стану навколишнього середовища, що автоматично виявляють та повідомляють про будь-які відхилення.
 - Використання датчиків для постійного контролю за якістю води, повітря та ґрунту.
- 4. Аварійні плани:**
- Розробка та впровадження планів дій у випадку аварійних ситуацій, включаючи чіткі інструкції для персоналу.
 - Організація регулярних навчань для відпрацювання аварійних ситуацій.
- 5. Покращення технологій:**
- Інвестування у новітні технології, що зменшують екологічний вплив виробництва.
 - Використання екологічно чистих методів та матеріалів.

Приклад реалізації заходів

1. Забруднення води:

- Встановлення вторинних контейнерів навколо резервуарів.
- Встановлення систем фільтрації для очищення стічних вод.

- Автоматизований моніторинг стану води за допомогою датчиків.
 - Наявність систем аварійного реагування на випадки витоків.
- 2. Забруднення повітря:**
- Встановлення вентиляційних систем з фільтрами HEPA.
 - Регулярний моніторинг якості повітря на виробництві.
 - Використання закритих реакторів для хімічних процесів.
 - Впровадження автоматизованих систем контролю викидів.
- 3. Забруднення ґрунту:**
- Встановлення захисних бар'єрів та герметичних контейнерів для зберігання хімічних речовин.
 - Регулярний моніторинг стану ґрунту з використанням аналізаторів.
 - Правильне зберігання та утилізація відходів для запобігання забрудненню ґрунту.

Відповідно до номеру студента у списку групи виконати завдання №6:

1. Виробництво біопалива з мікроводоростей.

- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту.
- Заходи для мінімізації ризиків: Вторинні контейнери, фільтраційні системи, захисні бар'єри.
- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Навчання персоналу, технічне обслуговування обладнання, система моніторингу.

2. Культивування ГМО рослин.

- Потенційні екологічні ризики: Генетичне забруднення, вплив на місцеву флору.

- Заходи для мінімізації ризиків: Моніторинг генетичних змін, буферні зони, використання стерильних технологій.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: План дій при виявленні генетичного забруднення, регулярний моніторинг.

3. Виробництво біопластику.

- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, ґрунту.

- Заходи для мінімізації ризиків: Системи очищення води, вентиляційні системи з НЕРА-фільтрами, герметичні контейнери.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Навчання персоналу, аварійні плани, регулярне обслуговування.

4. Виробництво біодобрив.

- Потенційні екологічні ризики: Зараження ґрунтів, забруднення води.

- Заходи для мінімізації ризиків: Дезінфекція, утилізація відходів, контроль за якістю води.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Аварійні плани, система моніторингу ґрунту, навчання персоналу.

5. Біоремедіація.

- Потенційні екологічні ризики: Зараження інших організмів, вплив на біорізноманіття.

- Заходи для мінімізації ризиків: Використання спеціалізованих мікроорганізмів, контроль за середовищем.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: План реагування на екологічні інциденти, регулярний моніторинг.

6. Вирощування мікроводоростей для біопалива.

- Потенційні екологічні ризики: Витік хімікатів, забруднення води, повітря.

- Заходи для мінімізації ризиків: Захисні бар'єри, фільтраційні системи, закриті реактори.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Навчання персоналу, система моніторингу, аварійні плани.

7. Виробництво вакцин.

- Потенційні екологічні ризики: Забруднення води, повітря, вплив на біорізноманіття.

- Заходи для мінімізації ризиків: Стерилізація обладнання, вентиляційні системи з HEPA-фільтрами, захисні бар'єри.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: План дій при вибоках, регулярний моніторинг, навчання персоналу.

8. Виробництво біоводню.

- Потенційні екологічні ризики: Вибухонебезпечність, технічні несправності, вплив на середовище.

- Заходи для мінімізації ризиків: Використання безпечного обладнання, регулярне технічне обслуговування, аварійні плани.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Навчання персоналу, система моніторингу, аварійні плани.

9. Виробництво біолюмінесцентних бактерій.

- Потенційні екологічні ризики: Генетичне забруднення, вплив на місцеву флору.

- Заходи для мінімізації ризиків: Моніторинг генетичних змін, буферні зони, використання стерильних технологій.

- План дій для запобігання екологічним інцидентам: План дій при виявленні генетичного забруднення, регулярний моніторинг.

10. Виробництво біопестицидів.

- Потенційні екологічні ризики: Зараження ґрунтів, водних об'єктів, вплив на корисних комах.

- Заходи для мінімізації ризиків: Контроль за якістю води, вентиляційні системи з HEPA-фільтрами, герметичні контейнери.
- План дій для запобігання екологічним інцидентам: Навчання персоналу, аварійні плани, регулярне обслуговування.

Практичне заняття №4. Етичні проблеми в біотехнології та біоінженерії.

Мета заняття:

- **Ознайомлення** студентів з основними етичними проблемами, що виникають у сфері біотехнологій.
- **Розвиток** навичок критичного мислення та аналізу етичних дилем.
- **Формування** здатності оцінювати та аргументувати позицію з етичних питань.
- **Заохочення** дискусії щодо впливу біотехнологій на суспільство та навколишнє середовище.

Оснащення:

- **Комп'ютери** з доступом до Інтернету.
- **Проектор** для презентацій.
- **Навчальні матеріали:** презентації, статті, відеоматеріали.
- **Нормативні документи** та міжнародні угоди з біоетики.

Хід заняття (80 хвилин):

1. Вступна частина (10 хвилин):

- **Оголошення теми** та мети заняття.
- **Мотиваційна бесіда:** обговорення актуальності етичних проблем у біотехнологіях.
- **Повторення** основних понять біоетики та попередніх тем.

2. Теоретична частина (20 хвилин):

- **Лекція-презентація** на тему:
 - **Основні етичні принципи** в біотехнологіях:
 - **Автономія особистості**
 - **Некористь**
 - **Благодійність**
 - **Справедливість**

- **Етичні дилеми в біотехнологіях:**
 - **Генетична модифікація організмів (ГМО)**
 - **Клонування**
 - **Використання стовбурових клітин**
 - **Експерименти на тваринах**
 - **Біопіратство та права інтелектуальної власності**
- **Вплив біотехнологій на суспільство та навколишнє середовище.**

3. Практична частина (40 хвилин):

Завдання 7. Аналіз етичних кейсів у біотехнології.

- **Розподіл на групи по 2-3 особи.**
- **Отримання кейсів з реальними або гіпотетичними ситуаціями.**

Приклад кейсів:

1. **Використання ГМО в сільському господарстві та їх вплив на екосистеми.**
 2. **Експерименти на тваринах для розробки біомедичних препаратів.**
 3. **Комерціалізація традиційних знань корінних народів без їх згоди.**
 4. **Патентування генів та біологічних матеріалів.**
 5. **Біобанки та збереження генетичної інформації людей без належної згоди.**
- **Завдання для групи:**
 - **Проаналізувати кейс, виявити основні етичні проблеми.**
 - **Визначити, які етичні принципи залучені та як вони порушуються або дотримуються.**

- Підготувати презентацію (5-7 хвилин) з аналізом кейсу та пропозиціями щодо вирішення етичних проблем.

Завдання 8: Розробка рекомендацій з етичної поведінки в біотехнології та біоінженерії.

- На основі аналізу кейсу, кожна група:
 - **Формулює рекомендації** для дослідників, компаній чи урядів щодо етичної поведінки.
 - **Обґрунтовує** важливість цих рекомендацій з точки зору етичних принципів.
 - **Пропонує механізми** реалізації та контролю за дотриманням етичних норм.

4. Презентація результатів (20 хвилин)

- **Виступи груп** з презентаціями.
- **Дискусія:** студенти задають питання, обмінюються думками щодо представлених кейсів та рішень.
- **Викладач робить підсумки**, акцентуючи увагу на важливості етичного підходу в біотехнологічних дослідженнях та практиці.

5. Заключна частина (10 хвилин)

- **Рефлексія:** студенти висловлюють свої враження та уроки, які вони винесли з заняття.
- **Висновки:** підкреслення необхідності відповідального використання біотехнологій.
- **Домашнє завдання:** підготувати письмовий звіт або есе на тему "Етичні виклики сучасної біотехнології".

Самостійна робота:

- **Опрацювати** додаткову літературу з етичних проблем у біотехнології.
- **Підготувати звіт** (2-3 сторінки) з аналізом обраної етичної проблеми та власними пропозиціями щодо її вирішення.

Контроль знань:

- **Оцінювання презентацій:** глибина аналізу, аргументація, чіткість висловлювань.
- **Тестування** на наступному занятті з теоретичних аспектів етичних проблем.
- **Оцінка звітів:** повнота розкриття теми, обґрунтованість пропозицій, самостійність мислення.

Примітка для студентів:

- При виконанні завдань важливо:
 - **Критично оцінювати** інформацію та різні точки зору.
 - **Дотримуватися етичних принципів** при формулюванні власних позицій.
 - **Співпрацювати в групі**, поважаючи думки кожного члена.
- Пам'ятайте, що біотехнології мають величезний потенціал для покращення життя, але їх використання вимагає відповідальності та етичного підходу.

Приклад виконання завдання 7. Аналіз етичних кейсів у біотехнології.

Обраний кейс: Використання ГМО в сільському господарстві та їх вплив на екосистеми

1. Аналіз кейсу та виявлення основних етичних проблем.

Опис ситуації:

Сільське господарство зіткнулося з необхідністю підвищення врожайності та стійкості до шкідників і хвороб.

Генетично модифіковані організми (ГМО) пропонують рішення цих проблем шляхом введення певних генів, що надають рослинам бажані властивості. Проте впровадження ГМО викликає занепокоєння щодо довгострокового впливу на екосистеми та біорізноманіття.

Основні етичні проблеми:

1. Вплив на біорізноманіття:

- Перехресне запилення між ГМО та дикорослими видами може призвести до непередбачуваних змін у екосистемах.
- Можливе витіснення місцевих видів рослин або комах.

2. Екологічні ризики:

- Розвиток стійких до пестицидів бур'янів або комах-шкідників.
- Зміни у ґрунтовій мікрофлорі, що впливають на родючість ґрунту.

3. Здоров'я людини:

- Недостатнє вивчення довгострокових наслідків споживання ГМО продуктів.
- Можливі алергічні реакції або токсичні ефекти.

4. Економічні та соціальні аспекти:

- Залежність фермерів від компаній, що володіють патентами на ГМО насіння.
- Монополізація ринку та обмеження доступності насіння для малих фермерів.

5. Етичні питання власності:

- Патентування живих організмів та генів.
- Порушення прав традиційних фермерських спільнот.

2. Визначення залучених етичних принципів та їх порушення або дотримання

1. Принцип некористі (не нашкодь):

- Потенційна шкода для екосистем та здоров'я людини порушує цей принцип.
- 2. **Принцип благодійності:**
 - Намір збільшити врожайність та вирішити проблему голоду відповідає цьому принципу.
- 3. **Принцип автономії:**
 - Фермери та споживачі можуть бути позбавлені можливості робити інформований вибір через недостатню інформацію або відсутність альтернатив.
- 4. **Принцип справедливості:**
 - Нерівний розподіл вигод та ризиків між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються.
 - Фінансова залежність фермерів від великих корпорацій.

3. Підготовка презентації з аналізом кейсу та пропозиціями щодо вирішення етичних проблем

Структура презентації:

1. **Вступ (1 хвилина):**
 - Опис актуальності використання ГМО в сучасному сільському господарстві.
 - Постановка головних питань.
2. **Аналіз етичних проблем (3 хвилини):**
 - Детальний розбір кожної етичної проблеми з прикладами.
 - Статистичні дані щодо впливу ГМО на екосистеми та здоров'я.
3. **Залучені етичні принципи (1 хвилина):**
 - Огляд того, як принципи некористі, благодійності, автономії та справедливості порушуються або дотримуються.
4. **Пропозиції щодо вирішення проблем (1 хвилина):**

- Рекомендації для компаній, урядів та спільнот.
 - Важливість міждисциплінарного підходу.
- 5. Висновок (1 хвилина):**
- Підсумок основних тез.
 - Заклик до відповідального використання біотехнологій.

Приклад виконання завдання 8: Розробка рекомендацій з етичної поведінки в біотехнології

1. Формулювання рекомендацій для дослідників, компаній та урядів

- **Для дослідників:**
 - **Проведення всебічних досліджень** впливу ГМО на екосистеми перед їх впровадженням.
 - **Прозорість у публікації результатів**, включаючи негативні наслідки.
- **Для компаній:**
 - **Забезпечення доступності насіння** для малих фермерів за справедливими цінами.
 - **Урахування екологічних аспектів** при розробці нових ГМО культур.
 - **Відмова від монополізації** шляхом патентування базових генів.
- **Для урядів:**
 - **Створення законодавства**, що регулює використання ГМО та захищає біорізноманіття.
 - **Впровадження вимог щодо маркування** ГМО продуктів для інформування споживачів.
 - **Підтримка досліджень** з вивчення довгострокових наслідків використання ГМО.

2. Обґрунтування важливості рекомендацій з точки зору етичних принципів

- **Принцип некористі:**
 - Запобігання можливій шкоді для екосистем та здоров'я людини.
 - Мінімізація ризиків через ретельне дослідження.
- **Принцип благодійності:**
 - Максимізація користі від використання ГМО для боротьби з голодом та підвищення врожайності.
- **Принцип автономії:**
 - Надання споживачам та фермерам інформації для свідомого вибору.
- **Принцип справедливості:**
 - Забезпечення рівного доступу до технологій.
 - Недопущення економічної експлуатації та залежності.

3. Пропозиції механізмів реалізації та контролю за дотриманням етичних норм

- **Законодавче регулювання:**
 - Прийняття законів про біобезпеку та біоетичні стандарти.
 - Встановлення незалежних органів для контролю та оцінки ризиків.
- **Міжнародна співпраця:**
 - Участь у міжнародних угодах, таких як Картахенський протокол про біобезпеку.
 - Обмін інформацією між країнами щодо досвіду впровадження ГМО.
- **Громадський контроль:**
 - Залучення громадських організацій до процесу прийняття рішень.

- Проведення публічних слухань та консультацій.
- **Освіта та просвітництво:**
 - Інформування населення про переваги та ризику ГМО.
 - Освітні програми для фермерів щодо відповідального використання ГМО.

Висновок:

Використання ГМО в сільському господарстві має потенціал для вирішення глобальних проблем, таких як голод та нестача ресурсів. Проте без належного етичного підходу та регулювання це може призвести до негативних наслідків для екосистем, біорізноманіття та суспільства. Розробка та впровадження рекомендацій з етичної поведінки допоможуть забезпечити баланс між технологічним прогресом та збереженням моралі та етики.

Практичне заняття №5. Безпека та робота в лабораторії.

Виконання заняття передбачається в комп'ютерному класі НУВГП або на ПК, планшеті чи мобільному телефоні здобувача вищої освіти із використанням платформи «Labster». Режим доступу до виконання робіт на платформі : <https://my.labster.com/> .

Мета роботи:

Знати вимоги, що встановлені різними органами до лабораторій, основні протоколи, що використовуються для забезпечення безпеки. Вміти діяти у випадку ідентифікації потенційного ризику.

Теоретичні відомості:

Давайте зануримося в саме серце лабораторної безпеки - адже в середовищі BSL-3 (лабораторія рівня біологічної безпеки) безпека - це не просто контрольний список, це спосіб життя. Уявіть, що ви потрапляєте у світ, де кожна дія, кожна процедура і кожна одиниця обладнання покликані захистити вас і навколишній світ від невидимих мікроорганізмів, які ви вивчаєте. Це як бути частиною елітної команди, де точність і уважність - ваші суперсили.

Ваші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

✓ Суцільнолицьові або накидні халати: Вони запобігають потраплянню бризок на шкіру або вуличний одяг.

✓ Подвійні рукавички: Носіння двох шарів рукавичок гарантує, що якщо зовнішня рукавичка буде пошкоджена, ви все одно будете захищені.

✓ Захист органів дихання: Оскільки патогени, що передаються повітряно-крапельним шляхом, становлять небезпеку, ви будете використовувати респіратори N95 або респіратори з електроприводом для очищення повітря (PAPR), щоб відфільтрувати шкідливі частинки.

✓ Одягання (надягання) та зняття (роздягання) ЗІЗ - це ціле мистецтво. Існує певна послідовність, якої слід дотримуватися, щоб уникнути самозараження. Це як ретельно поставлений танець - пропустити крок, і ви можете наразити себе на небезпеку.

Шафи мікробіологічної безпеки:

✓ Майстерність управління повітряним потоком: MSC підтримують спрямований потік повітря, який відводить повітря від вас і пропускає його через HEPA-фільтри, вловлюючи будь-які шкідливі частинки.

✓ Бар'єрний захист: Скляний екран і контрольоване середовище запобігають потраплянню забруднюючих речовин у робочу зону.

✓ Техніка роботи: Плавні, цілеспрямовані рухи є ключовими. Швидкі рухи можуть порушити потік повітря і поставити під загрозу безпеку.

Вторинна ізоляція:

✓ Від'ємний тиск повітря: у лабораторії підтримується нижчий тиск, ніж у навколишніх приміщеннях. Це означає, що повітря надходить у лабораторію, але не виходить з неї, що стримує будь-які потенційні загрози, що переносяться повітрям.

✓ Контрольований доступ: Вхід до лабораторії дозволений лише уповноваженому персоналу, який пройшов ретельну підготовку. Подумайте про біометричні сканери, ключ-карти - кожен рівень підвищує безпеку.

✓ Ізольоване середовище: Підлога, стіни та стеля побудовані з матеріалів, які можна легко дезінфікувати. Вікна не відчиняються, а двері мають ущільнювачі для запобігання витокам.

Уявіть собі лабораторію як підводний човен, що знаходиться глибоко під водою - різниця тиску підтримує стабільність середовища. У лабораторії BSL-3 контроль тиску гарантує, що навіть якщо станеться прорив,

забруднювачі не зможуть вирватися назовні. Це мовчазний охоронець, який завжди в роботі.

Готовність до надзвичайних ситуацій:

✓ Комплекти для ліквідації розливів: Вони стратегічно розміщені та укомплектовані всім необхідним для швидкої ліквідації аварійних ситуацій.

✓ Системи сигналізації: Монітори потоку повітря, тиску та інших важливих систем миттєво сповістять вас, якщо щось піде не так.

✓ Регулярні тренування: Практика робить досконалим. Регулярне моделювання надзвичайних ситуацій тримає всіх у тонусі та готовності діяти без вагань.

Стандартні операційні процедури (СОП):

✓ Послідовність - це ключ: Дотримуючись стандартизованих методів, ви мінімізуєте змінні, які можуть призвести до нещасних випадків.

✓ Документація: Кожна дія записується. Йдеться не про бюрократію, а про створення простежуваного шляху, який можна переглянути і на якому можна вчитися.

✓ Безперервне навчання: Процедури змінюються, тому важливо бути в курсі останніх змін. Семінари, курси підвищення кваліфікації та експертна оцінка допомагають підтримувати знання в актуальному стані.

Людський фактор:

✓ Уважність: Перебування в тонусі і зосередженість запобігають самозаспокоєнню. З часом легко втратити чутливість, але пильність не підлягає обговоренню.

✓ Спілкування: Якщо ви щось бачите, скажіть про це. Культура, в якій кожен відчуває себе уповноваженим висловлювати занепокоєння, робить всю команду безпечнішою.

✓ Повага до мікробів: Розуміння того, що ці мікроорганізми, хоч і мікроскопічні, але мають значну силу,

гарантує, що ви ніколи не недооцінюватимете важливість запобіжних заходів.

Етична відповідальність:

✓ Забезпечення того, щоб патогени не потрапили в чужі руки, має вирішальне значення. Це передбачає управління запасами та безпечне зберігання.

✓ Усвідомлення подвійного використання: Усвідомлення того, що дослідження можуть мати як корисне, так і шкідливе застосування, допомагає приймати етичні рішення.

Режим доступу до теоретичної частини : [Теорія "Безпека та робота в лабораторії"](#).

Цілі лабораторної роботи:

✓ Розуміти, як побудована лабораторія з рівнем біобезпеки III (наприклад, контроль повітряного потоку і тиску)

✓ Розуміти основні правила безпеки в лабораторії з рівнем біобезпеки III (наприклад, використання захисного обладнання)

✓ Поводитися з мікроорганізмами в лабораторії з рівнем біобезпеки III

✓ Розуміти концепцію фумігації та як вона виконується в кабінеті мікробіологічної безпеки.

Хід виконання:

1. Будівництво та проектування лабораторії BSL-3:

Учасники вивчать структурні та інженерні аспекти лабораторії BSL-3, приділяючи особливу увагу механізмам контролю повітряного потоку і тиску.

Обговорення включатиме важливість від'ємного тиску повітря для запобігання розповсюдженню патогенів та роль HEPA-фільтрації у підтриманні стерильного середовища.

2. Протоколи безпеки в лабораторії:

Ознайомлення з основними правилами безпеки, включаючи використання засобів індивідуального захисту

(ЗІЗ), таких як халати з суцільним вирізом, подвійні рукавички та засоби захисту органів дихання.

Навчання заходам первинної локалізації, зокрема правильному використанню мікробіологічних шаф безпеки.

3. Поводження з мікроорганізмами:

Практичні заняття з безпечного поведження з мікроорганізмами в умовах BSL-3.

Акцент на дотриманні асептичних методів і мінімізації ризику забруднення.

4. Ідентифікація небезпеки:

Симуляційні вправи, під час яких учасники повинні будуть ідентифікувати потенційний агент біологічного тероризму, віднесений до мікроорганізмів третьої групи небезпеки.

Застосування теоретичних знань у контрольованому середовищі для розпізнавання та управління біологічними загрозами.

Режим доступу до виконання роботи на платформі : [Хід роботи "Безпека та робота в лабораторії"](#).

Обговорення та висновки.

Обговорення отриманих результатів:

1. Узагальнення ключових кроків: узагальніть основні етапи проведеного практичного заняття. Опишіть, як влаштовані лабораторні приміщення з рівнем біобезпеки 3 (BSL-3), як підготувати зразки та виконали всі необхідні процедури.

2. Опис налаштування безпеки у лабораторії: опишіть, як було налаштовано контроль повітряного тиску та вентиляцію для забезпечення безпечного середовища.

Висновки:

1. Підсумування основних результатів:

- Оцініть, чи були досягнуті цілі розуміння систем BSL-3 та виконання процедур з мікроорганізмами.

2. Практичні навички:

- Оцініть набуті практичні навички, такі як виконання процедур з безпеки, налаштування лабораторії та ідентифікація небезпеки.
- Вивчайте поглиблені теми з лабораторної безпеки та біобезпеки, щоб поглибити свої знання.

Оформлення звіту про виконання практичного заняття. Звіт виконується відповідно до форми та завантажується на перевірку у навчальну платформу університету [Навчальна дисципліна "Біобезпека та біоетика"](#).

Рекомендована література

1. Білоконь С. В. Основи біоетики та біобезпеки : навчальний посібник. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2017. 155 с.

2. Галкін О. Ю. Біоетика в Україні: від теорії до практики. Нормативноправові та навчально-наукові аспекти / О. Ю. Галкін, А. А. Григоренко. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2011. № 3. С. 12–19.

3. Генетично-модифіковані організми: ризики, міфи та реальність / Ковальова О. М., Ащеулова Т. В., Іванченко С. В., Гончарь О. В. Матеріали конференції «*Біоетика та біобезпека: мультидисциплінарні аспекти*», Харків, 2017. С. 70–72.

4. Голубнича В. М., Погорелов М. В., Корнієнко В. В. Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки : монографія. Суми : Сумський державний університет, 2016. 123 с.

5. Запорожан В. Н., Аряєв Н. Л. Біоетика та біобезпека, національний підручник. Київ : Здоров'я, 2013. 454 с.

6. Основи біоетики і біобезпеки : підручник для мед. ВНЗ III–IV р.а. Затверджено МОН / Ковальова О. М., Лісовий В. М. та ін. К. : ВСВ «Медицина», 2016. 392 с., тв. пал., (ст. 12 пр.).

7. Основи біоетики та біобезпеки : навчальний посібник / Р. В. Луценко, Е. Г. Колот, В. М. Бобирьов. Полтава, 2015. 175 с.

8. Handbook of Global Bioethics / H. A. M. J. ten Have, V. Gordijn (eds.). New York, London : Springer Dordrecht Heidelberg, Springer Science + Business Media Dordrecht, 2014. P. 1597–1621.