

### Тема 3.

#### Біотехнологічні методи захисту довкілля.

##### Екобіотехнологічні методи захисту довкілля.

1. Біологічні методи промислової мікробіології в екобіотехнології.
2. Біологічні методи очищення і контролю стоків.
3. Біопроцеси та типи біоочищувачів забруднення.
4. Біотестування хімічних речовин (забруднювачів).

1. Сьогодні спостерігається тотальна біологізація майже всіх галузей господарства. Так, в медицині на зміну хіміко-фармакологічним препаратам приходять “ліки біологічної природи”, виготовлені за використання біологічно активних компонентів живих організмів. У сільському господарстві успішно опановуються нові біологічні засоби захисту рослин, в промисловості, взагалі, та в енергетиці, зокрема, надалі все більша увага приділяється широкому застосуванню мікроорганізмів, які здатні не лише вибірково концентрувати певні метали або інші хімічні сполуки, а й переробляти так звані “відходи цивілізації” на корисний продукт – метан або водень.

Вирішення екологічних проблем неможливе без застосування новітніх екобіотехнологій для діагностики забруднень довкілля, очищення стічних вод, знешкодження небезпечних газових викидів, використання перспективних засобів утилізації твердих і рідких промислових відходів, підвищення ефективності методів біологічного відновлення забруднених ґрунтів, заміни низки агрохімікатів на біотехнологічні препарати тощо. Важливим напрямом також має стати розробка екобіотехнологій, спрямованих на виробництво біогазу та водню з органічних відходів, мікробіологічна деструкція ксенобіотиків, застосування біоіндикації та біотестування в системі екологічного моніторингу [4].

Для вирішення екологічних проблем найчастіше вдаються до використання біологічних методів.

Методи біологічних досліджень включають різні методики та способи визначення:

- порівняльно-описовий;
- експериментальний;
- спостережний (моніторинговий);
- статистичний;
- моделювання.

Особливо ефективним для контролю зовнішнього середовища є використання принципів складової частини біотехнології - промислової мікробіології, оскільки експериментальні експрес методи з застосуванням біооб’єктів мають певні переваги над іншими методами.

Переваги біологічних методів:

1. технологічні мікробні продуценти синтезують потрібні людині речовини (білки, амінокислоти, вітаміни, ферменти, інші органічні сполуки) в сотні разів швидше, ніж рослини чи тварини;

2. біотехнологічні процеси здійснюються на спеціальних підприємствах за використання екологічно безпечних технологій;

3. підприємства можуть функціонувати в будь-якій географічній зоні, в тому числі на залишених землях;

4. значна кількість відходів сільськогосподарського виробництва та інших галузей народного господарства є сировиною для мікробіологічних виробництв;

5. виключається екологічно небезпечне втручання в навколишнє середовище у вигляді пестицидів, добрив.

Промислова біотехнологія та біоіндустрія в цілому вважається екологічно безпечною галуззю з майже безвідходними виробництвами. Проте дотримання біобезпеки біотехнологій та моніторинг біотехнологічних виробництв є профілактичними мірами запобігання впливу потенційних технологічних повітряних та водних викидів, що можуть містити живі та мертві (непатогенні) клітини продуцентів біопродуктів, на кругообіг речовин у навколишньому середовищі, а також можливі впливи (індивідуальна алергічна надчутливість, сенсibilізація) клітин чи їх метаболітів на здоров'я обслуговуючого персоналу та навколишнього населення.

Біотехнологія, яка включає промислову мікробіологію, базується на використанні знань і методів біохімії, мікробіології, генетики і хімічної технології, що дає змогу діставати користь у технологічних процесах із властивостей мікроорганізмів та клітинних культур. Сучасніші біотехнологічні процеси базуються на методах рекомбінантних ДНК, а також на використанні іммобілізованих ферментів, клітин і клітинних органел.

Технічна або промислова мікробіологія вивчає мікроорганізми, використовувані у виробничих процесах з метою отримання різних практично важливих речовин: харчових продуктів, етанолу, гліцерину, ацетону, органічних кислот тощо.

Технічна мікробіологія досліджує обширне коло питань щодо використання біохімічної активності мікроорганізмів у різних галузях і пропонує науково обґрунтовані заходи запобігання ушкодженню сировини і готових продуктів від шкідливих для них процесів життєдіяльності мікробів.

Частиною технічної мікробіології є харчова мікробіологія, що вивчає способи отримання харчових продуктів з використанням мікроорганізмів. Наприклад, дріжджі застосовують у виноробстві, пивоварінні, хлібопеченні, спиртовому виробництві; молочнокислі бактерії - у виробництві кисломолочних

продуктів, сирів, при квашенні овочів; оцтово-кислі бактерії - у виробництві оцту; міцеліальні гриби використовують для одержання лимонної та інших харчових органічних кислот тощо. До теперішнього часу виділилися спеціальні розділи харчової мікробіології: мікробіологія дріжджового і хлібопекарського виробництва, пивоварного виробництва, консервного виробництва, молока та молочних продуктів, оцту, м'ясних і рибних продуктів, маргарину тощо.

Виробництво харчових продуктів і напоїв засновано на переробці сировини, в основному сільським господарством. Всі органічні речовини, застосовувані в харчовій промисловості, можуть використатися мікроорганізмами. Це говорить про ключову роль мікробіології при виробництві продуктів живлення: тут мікроорганізми можуть грати й позитивну, і негативну роль. Остання більше виражена: не випадково запобіжні заходи проти небажаної діяльності мікробів займають таке важливе місце при виробництві їжі і її споживанні. Розмноження мікробів може викликати небажані зміни якості харчових продуктів або їхнього зовнішнього вигляду. При цьому нерідко утворюються речовини, що володіють токсичною дією. Псування їжі та пов'язані із цим економічні збитки досить небажані, однак найнебезпечнішим наслідком розмноження мікробів у харчових продуктах є утворення токсинів. Деякі мікроорганізми при підходящих умовах утворюють токсини, що викликають серйозні захворювання або навіть смерть [6].

2. Біологічне очищення - метод очищення стічних вод від органічних і деяких неорганічних домішок, що здійснюється спільнотою мікроорганізмів (біоценозом), яка включає велику кількість різних бактерій, простіших і ряд більш високоорганізованих організмів - водоростей, грибків тощо, пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіоз, симбіоз і антагонізм).

У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Ці групи бактерій відрізняються за способом використання джерела вуглецевого живлення. Гетеротрофи використовують вуглець з готових органічних речовин, що переробляються ними для отримання енергії, необхідної для біосинтезу клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний вуглець, а енергію утримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окислення деяких органічних сполук: аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню та ін.). Під дією мікроорганізмів можуть протікати окислювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

Механізм біологічного окислення в аеробних умовах гетеротрофними бактеріями можна подати у вигляді такої схеми: органічні речовини + O<sub>2</sub> + N + P = мікроорганізми + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + біологічно неокислені розчинені речовини. Ця реакція описує процес окислення органічних речовин у стічних водах та

утворення нової біомаси. При цьому в очищених стічних водах залишаються біологічно неокислені речовини переважно в розчиненому стані, оскільки колоїдні та нерозчинені речовини виводяться із стічної води методом сорбції.

Після використання джерела живлення (повного окислення органічних речовин) починається процес окислення кліткової речовини за реакцією: мікроорганізми + O<sub>2</sub> = H<sub>2</sub>O + N + P + біологічно нестійкі частинки кліткової речовини. Аеробний процес може відбуватись нормально, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена у біологічній потребі в кисні, не перевищуватиме певне значення. У зв'язку з цим під час біологічного очищення концентровані стічні води розводять слабкоконцентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою.

Відновлюваний процес біологічного очищення стічної води відбувається за такою схемою: органічні речовини + H<sub>2</sub>O = CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + NH<sub>4</sub> + HCO<sub>3</sub> + мікроорганізми. Анаеробний процес часто застосовують для очищення дуже концентрованих стічних вод, що викидаються малярними, лакувальними, машинобудівними, деревообробними та іншими промисловими підприємствами.

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від температури, рН середовища, наявності біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин.

Найбільша ефективність біологічного очищення вод забезпечується при:

- температурі в очисних спорудах 20-30 °С;
- рН середовища 5-9 (оптимальна 6,5-7,5);
- достатній концентрації основних елементів живлення бактерій - органічного вуглецю (БПК), азоту і фосфору з розрахунку БПК : N : P = 100: 5:1;
- кількості забруднення, що припадає на 1 м<sup>3</sup> очисної споруди, на 1 г біомаси або на 1 г беззольної частини біомаси (100-300 мг БПК<sub>пов</sub> на 1 г беззольної речовини);
- постійній концентрації розчиненого кисню не нижче 2 мг/л;
- допустимій дозі токсичних речовин, яка могла б негативно вплинути на біологічні процеси [7].

Біологічне очищення є основою зовні простого та примітивного, але насправді складного процесу перетворення органічних речовин в забруднених токсично-промислових чи побутових стічних вод на чисту екологічно безпечну та біологічно повноцінну воду. Біологічні процеси відбуваються у воді на всіх етапах її утворення та проходження через очисні споруди.

Біологічне очищення стічних вод може здійснюватися:

- в природних умовах (поля зрошування, поля фільтрації, біологічні ставки);

- в спеціальних штучних спорудах (аеротенки, біофільтри, метантенки).

3. Внаслідок зростання антропогенної діяльності збільшилась кількість ксенобіотиків у природному середовищі, що призвело до забруднення екосистем. Відомо, що мікробні асоціації різних екосистем характеризуються здатністю розкладати і утилізувати багато поллютантів шляхом біотрансформації, біоконверсії чи біорозкладу. Саме тому екологічна біотехнологія застосовує різноманітні види мікроорганізмів. Для вибору найкращих біоочишувачів здійснюють різні технології отримання продуцентів біоочищення. З відомих у природі понад 100 тис. видів мікроорганізмів у біотехнології використовують лише декілька сотень, що належать до бактерій, актиноміцетів, дріжджів і цвілей.

Біотрансформація відходів вермикультурою та асоціаціями мікроорганізмів також дає успішні результати. Альтернативою безвідходним пропонується біотрансформація відходів вермикультурою та мікроорганізмами.

Біотехнологічні технології очищення доквілля характеризуються малими есплуатаційними витратами, простотою обслуговування, надійністю очищення, зумовленого практично повним (до оксидів вуглецю, води) руйнуванням органічних речовин з використанням біоагентів очищення.

#### Процеси біоочищення:

- біодеструкція - біотрансформація та біоконверсія;
- біорозклад - біодетоксикація та біодеградація.

#### Типи біоочишувачів забруднення стоків:

- біодеструктори - біоагенти, що використовуються для аеробної та анаеробної очистки стоків I категорії (біотрансформація, біоконверсія);
- бодетектори, біодеграданти - біоагенти, що використовуються для очистки стоків II категорії від хімічних забруднень видозміною (біодетоксикація) або повним розкладом (біодеградація).

4. Біотестування - оцінювання токсичності об'єкта зовнішнього середовища та його впливу на біологічну тест-систему.

Тест-система - це просторово обмежена сукупність чутливих елементів (тест-організмів) і середовища, в якому вони знаходяться.

Тест-система може складатися з групи організмів одного виду спільноти декількох біологічних видів, цілої екосистеми.

У результаті впливу токсичної речовини тест-об'єкт або вся тест-система зазнає певної деформації, що проявляється у вигляді ряду реакцій тест-системи на різних рівнях її функціонування. Ці реакції різняться за чутливістю, швидкістю проявів, легкістю спостереження. Одну із цих реакцій обирають як тест-реакції – закономірно виникає у відповідь реакції тест-системи на вплив комплексу зовнішніх факторів, обраних для аналізу стану цієї системи. Ступінь

прояву тест-реакції оцінюється за тест-критерієм. Це показник, на підставі якого здійснюється оцінювання зміни тест-системи. За ступенем прояву тест-реакції роблять висновки про токсичність досліджуваного зразка [5].

Рослини чутливо реагують на зовнішні умови. Забруднення довкілля хімічними сполуками змінює параметри їх розвитку: швидкість і якість росту, цвітіння, утворення плодів і насіння, процесів розмноження, знижується продуктивність і врожайність. Отже, на перший план виступає завдання розробки методологічних основ та методичних підходів для кількісної оцінки комбінованого впливу різних типів забруднювачів на екосистеми. В цьому відношенні рослинні тест-системи мають істотні переваги. Простота обліку ефектів та інтерпретації результатів, чутливість і відтворюваність результатів робить доцільним їх застосування для оцінки екологічних ризиків при поєднаній дії факторів різної природи [3].

Методи біотестування, що ґрунтуються на зворотній реакції живих організмів на негативний вплив забруднюючих речовин, здатні забезпечити достовірною інформацією про кількість компонентів навколишнього середовища, у тому числі й ґрунтів. Біотестування є методом встановлення токсичності середовища на основі вивчення особливостей реакції тест-організмів, що сигналізує про рівень екологічної безпеки або небезпеки незалежно від того, які саме токсиканти і в якому співвідношенні призводять до змін життєво важливих у тест-організмах [2].

Застосування подібних біотестів, дає можливість оцінити шкідливість антропогенних факторів на навколишнє природне середовище і є ефективним засобом при визначенні токсичного впливу широкого спектра хімічних речовин на природні екосистеми. Щоправда, тлумачити отримані результати досліджень нерідко буває досить складно і важко, оскільки в реальності має місце поєднання дії кількох антропогенних факторів з дією безлічі природних чинників і розмежувати їх наслідки буває проблематично, а іноді, неможливо [1].

### **Питання для самоконтролю:**

1. Чи широко застосовуються біологічні методи очищення води в Україні?
2. Розкрийте плюси і мінуси використання біологічних методів очистки.
3. Назвіть 4 основні, на вашу думку, переваги біологічних методів. Свою відповідь обґрунтуйте.
4. Біодеструктори і бодетектори. Основні відмінності.
5. Опишіть роль біотестування, як одного із засобів визначення токсичного впливу широкого спектру хімічних речовин.

### **Список використаної літератури**

1. Біологічні дослідження – 2014: Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2014. – С.446-448.
2. Бубнов А. Г. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окруж. среды: уч.-метод. Пособие / Бубнов А. Г. – Иваново, 2007. – 112 с.
3. Клименко М. О. Моніторинг довкілля: підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 360 с.
- 4.Є.В.Кузьмінський: Актуальність екобіотехнології / Київський політехнік / 2007 / № 22 / Оновлено: 20.04.2015 - 15:40
5. Методичні вказівки до лабораторних занять із дисципліни «Біотехнології» за темою «Біоіндикація та біотестування стану навколишнього середовища» / укладач Є. Ю. Черниш. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 29 с.
6. Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Григідчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв / За ред.. Т.П. Пирог. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 646 с.
7. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський та ін. — 2-ге вид., виправл. і доповн. — К. : Знання, 2012. — 430 с.

1. Чи вірним є ствердження того, що сьогодні спостерігається тотальна біологізація майже всіх галузей господарства?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
2. Чи вірно, що у сільському господарстві не використовуються нові біологічні засоби захисту рослин?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
3. Чи правда, що вирішення екологічних проблем неможливе без застосування новітніх екобіотехнологій для діагностики забруднень довкілля, очищення стічних вод, знешкодження небезпечних газових викидів, використання перспективних засобів утилізації твердих і рідких промислових відходів, підвищення ефективності методів біологічного відновлення забруднених ґрунтів, заміни низки агрохімікатів на біотехнологічні препарати тощо?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
4. Чи позитивним є те, що технологічні мікробні продуценти синтезують потрібні людині речовини (білки, амінокислоти, вітаміни, ферменти, інші органічні сполуки) в сотні разів швидше, ніж рослини чи тварини?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
5. Чи вірним є ствердження того, що промислова біотехнологія та біоіндустрія в цілому вважається екологічно безпечною галуззю з майже безвідходними виробництвами?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
6. Чи правда, що біологічне очищення води відбувається за допомогою таких процесів як: коагуляція, сорбція, флокуляція, екстракція та іонний обмін?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
7. Чи правильним є те, що у процесі очищення стічних вод беруть участь тільки автотрофи?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
8. Чи вірно, що ефективність процесів біологічного очищення зовсім не залежить від температури, рН середовища, наявності біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин.  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
9. Спеціальними штучними спорудами для очищення стічних вод є аеротенки, метантенки та біофільтри?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;
10. Як ви вважаєте, метод біотестування є позитивним?  
А) Так; Б) Ні; В) Не знаю;



1. У якому з галузей народного господарства успішно застосовуються біологічні засоби захисту рослин?  
А) у с\г; Б) у енергетиці; В) у медицині;
2. Який з методів біологічних досліджень є лишнім?  
А) порівняльно-описовий; Б) дидактичний; В) статистичний;
3. Найбільша ефективність біологічного очищення вод забезпечується при рН середовища...?  
А) 1-2; Б) 3-4; В) 5-9;
4. У природних умовах біологічне очищення стічних вод може здійснюватись...?  
А) на полях зрошення; Б) у метантенках; В) у аеротентах;
5. У природному середовищі внаслідок зростання антропогенної діяльності збільшилась кількість?  
А) пробіотиків; Б) ксенобіотиків; В) різноманітних видів рослин;
6. Виберіть один правильний варіант. Біотехнологічні технології очищення довкілля характеризуються...?  
А) складним технологічним процесом; Б) великими експлуатаційними витратами; В) надійністю очищення;
7. Процеси біоочищення відбуваються за допомогою біодеструкції та...?  
А) біорозкладу; Б) біоскладу; В) біофлуктуації;
8. Ступінь прояву тест-реакції оцінюється за...?  
А) коагуляцією; Б) тест-критерієм; В) системою обчислення SI;
9. Просторово обмежена сукупність чутливих елементів (тест-організмів) і середовища, в якому вони знаходяться, це?  
А) навколишнє середовище; Б) середовище-система; В) тест-система;
10. Явище біотестування і біоіндикації є позитивними?  
А) так, звісно; Б) вкрай негативно; В) як позитивно, так і негативно;

### III рівень

1. Які завдання вирішує екобіотехнологія?
2. Назвіть переваги біологічних методів промислової мікробіології.
3. Дайте визначення поняттю «Біологічне очищення води».
4. Що таке «Біодеструктори»?
5. Дайте визначення терміну «Біотестування».