

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ТЕХНОЛОГІЇ БІОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ. БІОРЕМЕДІАЦІЯ  
ГРУНТОВОГО Й ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ  
ЗА НАПРЯМОМ 6.051401 – «БІОТЕХНОЛОГІЯ»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни  
«Технології біорекультивациі. Біоремедіація ґрунтового й водного середовищ»  
для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладач к. т. н., ст. викл. О. А. Сакун

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

Кафедра біотехнології і здоров'я людини

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського

Протокол №\_\_ від\_\_\_\_\_ 2017.

Голова методичної ради

проф. В. В. Костін

## *ЗМІСТ*

Вступ.....	4
1 Перелік практичних занять.....	6
Практичне заняття № 1 Організаційно-правові основи охорони і рекультивації земель в Україні.....	6
Практичне заняття № 2 Оцінка розкривних порід за їх придатністю до рекультивації .....	9
Практичне заняття № 3 Принципи підбору культур для вирощування на рекультивованих землях .....	14
Практичне заняття № 4 Підбір фіторемедіата .....	17
Практичне заняття № 5 Плюси та мінуси фітоекстракції .....	20
2 Критерії оцінювання знань студентів.....	23
Список літератури.....	25

## **ВСТУП**

Навчальна дисципліна «Технології біорекультивациі. Біоремедіація ґрунтового й водного середовищ» є фундаментальною в системі базової вищої освіти під час підготовки фахівців за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія».

**Метою** дисципліни є пізнання основ біоремедіації та біорекультивациі, використання екологічних і біологічних особливостей рослин задля естетичного, оздоровчого та архітектурно-художнього облаштування ландшафтів.

### **Завдання курсу:**

- оволодіння знаннями про процеси біорекультивациі та біоремедіації;
- оволодіння студентами методами рекультивациі земель;
- одержання й узагальнення нових знань про вплив порушень земної поверхні на навколишнє середовище;
- визначення ролі меліорації у захисті ґрунтів та зменшенні впливу несприятливих природних умов;
- оцінка впливу порушень земної поверхні на навколишнє середовище;
- оволодіння методами рекультивациі земель;
- з'ясування доцільності використання напряду рекультивациі (рибогосподарського, рекреаційного, ландшафтно-культурного, сільськогосподарського, лісогосподарського);
- формування емоційно-ціннісного ставлення студентів до навколишнього середовища на основі знань про природу.

### **Перелік знань і умінь студентів**

**Студент повинен знати:** нормативно-правові основи рекультивациі порушених земель; моделі деградації та виснаження ресурсів порушених земель; основні види меліорацій і зони їх застосування; способи осушення перезволожених ділянок (дренаж) та зрошення засушливих ділянок (іригація); особливості закріплення пісків трав'яною рослинністю; основи лісомеліорації; методи фіторемедіації забруднених ґрунтів.

**Студент повинен уміти:** аналізувати та оцінювати небезпечні ситуації; визначати ступінь порушеності земель, ризики розвитку надзвичайних екологічних ситуацій; визначати стратегію і принципи рекультивації порушених земель; ідентифікувати тип порушених земель; розробляти екологічно безпечні та економічно доцільні проектні пропозиції з рекультивації та меліорації порушених земель; обґрунтовувати шляхи вирішення екологічних проблем; використовувати біологічні та екологічні особливості основних декоративних рослин у практиці біорекультивації територій; організовувати культурний ландшафт.

**Міждисциплінарні зв'язки:** базується на знаннях переважної більшості дисциплін професійної та практичної підготовки фахівця, забезпечує вивчення дисциплін «Сучасні біотехнології в агросфері», «Основи біоіндикації та біотестування», «Проектування біотехнологічних виробництв (основи проектування)».

**Основними формами роботи** є лекції, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальна робота з викладачем.

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

# **1 ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

## **Практичне заняття № 1**

**Тема. Організаційно-правові основи охорони і рекультивациі земель в Україні**

**Мета:** ознайомлення із основними документами, що регламентують охорону і рекультивацию земель в Україні; надбання навичок практичного використання законодавства України в області регулювання земельних відносин.

**Навчальні елементи:** рекультивациа земель, юридична відповідальність, родючий шар, материнські породи.

### **Короткі теоретичні відомості**

Регулювання земельних відносин в Україні здійснюється на підставі:

– «Конституції України» – ст.13,14;

[**Стаття 13.** Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності Українського народу. Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування в межах, визначених цією Конституцією.

Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону.

Власність зобов'язує. Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству.

Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну спрямованість економіки. Усі суб'єкти права власності рівні перед законом.

**Стаття 14.** Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави.

Право власності на землю гарантується. Це право набувається і реалізується громадянами, юридичними особами та державою виключно відповідно до закону.]

– Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» – ст. 4, 5;

**[Стаття 4.** Право власності на природні ресурси

Природні ресурси України є власністю Українського народу.

Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування у межах, визначених Конституцією України, цим та іншими законами України.

Громадяни України мають право користуватися природними ресурсами України відповідно до цього та інших законів.

*{Стаття 4 із змінами, внесеними згідно із Законом № 3180-XII від 21.05.93; в редакції Закону № 5456-VI від 16.10.2012}*

**Стаття 5.** Об'єкти правової охорони навколишнього природного середовища

Державній охороні і регулюванню використання на території України підлягають: навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів, природні ресурси, як залучені в господарський обіг, так і невикористовувані в економіці в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

*{Частина перша статті 5 із змінами, внесеними згідно із Законом № 5456-VI від 16.10.2012}*

Особливій державній охороні підлягають території та об'єкти природно-заповідного фонду України й інші території та об'єкти, визначені відповідно до законодавства України.

Державній охороні від негативного впливу несприятливої екологічної обстановки підлягають також здоров'я і життя людей.].

– «Земельний кодекс України» – ст.1-5, 18, 19, 23, 66, 78, 114, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 211.

Рекультивация земель – це комплекс організаційних, технічних, біотехнологічних та правових заходів, здійснюваних з метою відновлення ґрунтового покриття, поліпшення стану та продуктивності порушених земель. Земельний кодекс України проголошує ґрунти земельних ділянок, незалежно від їх власницького статусу чи цільового призначення, об'єктом особливої охорони. Це означає, що, по-перше, права власників земельних ділянок і землекористувачів щодо ґрунтового покриття на їх ділянках обмежуються законом. Зокрема, вони не мають права здійснювати зняття та перенесення

грунтового покриву земельних ділянок без спеціального дозволу органів, що здійснюють державний контроль за використанням та охороною земель.

По-друге, у разі отримання дозволу на проведення діяльності, пов'язаної з порушенням поверхневого шару ґрунту, власники земельних ділянок і землекористувачі зобов'язані забезпечити зняття, складування, зберігання поверхневого шару ґрунту та його нанесення на ділянку, з якої він був знятий (рекультивация), або на іншу земельну ділянку для підвищення її продуктивності та інших якостей.

Громадяни та юридичні особи, які не виконують вимог законодавства щодо рекультивации земельних ділянок, притягуються до юридичної відповідальності.

По-третє, згідно зі ст. 166 ЗК України землі, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивации.

За відсутності в Україні спеціального правового акта з питань рекультивации земель остання здійснюється відповідно до законодавства колишнього СРСР, яке не суперечить законодавству України. Зокрема, технологічні питання здійснення рекультивации земель регулюються державними стандартами, до яких належать ГОСТ 17.4.2.01-81 "Охорона природи. Ґрунти. Номенклатура показників придатності порушеного шару ґрунтів"; ГОСТ 17.5.3.04-83 "Охорона природи. Землі. Загальні вимоги до рекультивации земель"; ГОСТ 17.5.1.02-85 "Охорона природи. Землі. Класифікація порушених земель для рекультивации"; ГОСТ 17.5.3.06-85 "Охорона природи. Землі. Вимоги до визначення норм зняття родючого шару ґрунту при здійсненні земляних робіт".

Згідно із зазначеними державними стандартами, рекультивация земельної ділянки складається з двох частин: технічної рекультивации та біологічної рекультивации. Технічна рекультивация є першим етапом відновлення ґрунтового покриву земельних ділянок. Вона передбачає здійснення таких



робіт, як засипання деформованої поверхні материнськими породами, планування, очищення, вирівнювання поверхні порушеної ділянки та інших.

### ***Завдання до теми***

*Завдання 1.* Вибрати і записати:

- а) вимоги до рекультивації земель, порушених при відкритих і підземних гірських роботах;
- б) вимоги до рекультивації земель по напрямках їхнього використання;
- в) класифікацію порушених земель по техногенному рельєфу;
- г) класифікацію порушених земель по напрямках рекультивації в залежності від видів їхнього наступного використання в народному господарстві.

### ***Контрольні питання***

1. Порядок охорони земель, у тому числі рекультивація порушених площ.
2. Відповідальність за порушення земельного законодавства.

***Література:*** [1, с. 4-10; 3, с. 5–10; 9; 10; 11].

### ***Практичне заняття № 2***

***Тема.*** Оцінка розкритих порід за їх придатністю до рекультивації

***Мета:*** навчитися проводити оцінку розкритих порід за їх придатністю до біологічної рекультивації, розвивати навички розрахунку питомої порушеності ділянки.

***Навчальні елементи:*** придатність розкритих порід до рекультивації, технічні умови гідротехнічного етапу рекультивації, технологія розкриття, ступінь порушення ділянки, питома порушеність ділянки.

### ***Короткі теоретичні відомості***

Вибору способу розкриття передуює визначення придатності розкритих порід до рекультивації. Таке визначення проводиться при детальному геологорозвідуванні родовища корисних копалин. Визначається придатність за такими головними ознаками: реакцією середовища (рН), вмістом токсичних

солей, вмістом увібраного натрію, гранулометричним складом, мінеральним складом фракції 1-2 нм, твердістю ґрунтової кірки, вмістом гумусу тощо. Цих ознак цілком достатньо, щоб віднести породу до однієї з таких категорій: 1) цілком придатні; 2) придатні; 3) придатні, але потребують деякого поліпшення; 4) непридатні або такі, що потребують докорінного поліпшення.

Л. В. Моторіна та В. А. Овчинніков (1975) виразили кількісно співвідношення цих ознак і розробили класифікацію розкривних порід за їх придатністю до рекультивації (табл. 2.1). Дані щодо потужності різних шарів розкривних порід, їх придатності до біорекультивації дозволяють обрати різновид рекультивації та запланувати технологію розкриття.

Таблиця 2.1 – Класифікація розкривних порід за їх придатністю до біологічної рекультивації

Група придатності	Ґрунти та гірські породи	РН водний	Вміст гумусу, %	Спосіб використання для біол. рекультивації
Придатні: а) родючі	Гумусована частина профілю ґрунту	5,5-8,0	$\leq 2$	Під час гірничорудних робіт складаються і використовуються для створення ріллі та інших сільгоспугідь.
б) потенційно родючі	Ґрунтоутворні та інші породи сприятливого гранулометричного та мінерального складу	5,5-8,0	$\leq 2$	Придатні як підстеляючі породи при створенні ріллі. Можуть безпосередньо бути використані для лісорекультивації. Після меліоративної підготовки можуть використовуватися під ріллю.
2. Малопродатні а) за фізичними властивостями	Піщані та глинисті	$\leq 4$	немає	Необхідне глинування чи піскування. У разі створення ріллі перекриваються придатними породами.

Група придатності	Ґрунти та гірські породи	РН водний	Вміст гумусу, %	Спосіб використання для біол. рекультивації
				Можуть бути використані під лісонасадження після певних покращувальних заходів
б) за хімічними властивостями	Кислі, середньо-засолені і солонцюваті ґрунти і породи	3,5-9,0	≤ 2	Необхідні хімічні меліорації чи промивання. Після меліорації під час створення ріллі породи слід перекривати гумусованим шаром
3. Непридатні а) за фізичними властивостями	Скельні породи, конгломерати	-	немає	Перекриваються придатним ґрунтом не менше ніж на 1-2м
б) за хімічними властивостями	Сульфідомісткі і дуже засолені породи, солонці	3,5-9,0		Вкладаються в підмурок відвалів. Повинні бути ізольовані при створенні ріллі і насадженнях лісу шаром 1-1,5 м. З урахуванням економічної ефективності можна проводити хімічну меліорацію, а після неї використовувати як 2б


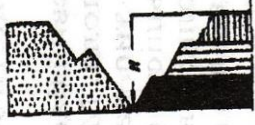
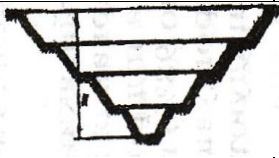
Для кожного родовища здійснюють розробку *технічних умов гідротехнічного етапу рекультивації*, які і визначають технологію розкриття, тобто добування корисних копалин, щоб створити сприятливі умови для подальшого використання земель. Ці умови визначають, які горизонти розкриття повинні лягти в підмурок відвала, які – в середину і наверх. Мова йде

про селективне відсіпання розкривних порід, що забезпечує можливість використання відвалів для біологічної рекультивації.

В основу класифікації порушених земель покладено площу порушень, їх глибина, вид наступного освоєння земель та агробіологічна оцінка порід на поверхні відповідного об'єкта. У разі оцінки порушень приймається одиничний показник – бал. До одного балу прирівнюється порушення 1 класу на площі, що дорівнює 1 га і складається з родючого ґрунту або потенційно родючих розкривних порід, найбільш придатних для біологічної рекультивації. Кожний наступний клас порушень приймається за 1 бал вище (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2 – Класифікація *порушень* (за А. К. Поліщуком, 1977)

Клас порушень	Характер порушень	Параметри порушень	Елементи відкритих розробок	Поверхневий шар	Вид освоєння	Індекс виду порушень
1		h<10 S<10 H<10	Траншеї, канали, дамби	Потенційно-родючий (1)	Рілля, ліси, сади, пасовища	I <sub>1</sub>
				Нейтральний у вигляді наносів (2)		I <sub>2</sub>
				Нейтральний у вигляді гори (3)		I <sub>3</sub>
				Фітотоксичний (4)		I <sub>4</sub>
2		h≥10 S≥10	Поверхня зовнішніх відвалів, гідро відвалів, шламосховищ	Потенційно-родючий (1)	Рілля, ліси, сади, забудови	II <sub>1</sub>
				Нейтральний у вигляді наносів (2)		II <sub>2</sub>
				Нейтральний у вигляді гори (3)		II <sub>3</sub>
				Фітотоксичний (4)		II <sub>4</sub>

Клас порушень	Характер порушень	Параметри порушень	Елементи відкритих розробок	Поверхневий шар	Вид освоєння	Індекс виду порушень		
3		$h > 10$ $S > 10$	Відкоси поверхні відвалів площею ділянки менше 10 га	і	Потенційно-родючий (1)	Ліси, пасовища	Ш <sub>1</sub>	
				з			Нейтральний у вигляді наносів (2)	Ш <sub>2</sub>
							Нейтральний у вигляді гори (3)	Ш <sub>3</sub>
							Фітотоксичні (4)	Ш <sub>4</sub>
4		$100 \geq H \geq 10$ $100 \geq S \geq 10$	Кар'єри горизонтальних слабонахилених родовищ	і	Потенційно-родючий (1)	Водосховища, зони відпочинку, ставки для рибництва	ІV <sub>1</sub>	
							Нейтральний у вигляді наносів (2)	ІV <sub>2</sub>
							Нейтральний у вигляді гори (3)	ІV <sub>3</sub>
							Фітотоксичні (4)	ІV <sub>4</sub>
5		$H > 100$ $S > 100$	Глибокі кар'єри		Потенційно-родючий (1)	Водосховища, ліси, сади	V <sub>1</sub>	
							Нейтральний у вигляді наносів (2)	V <sub>2</sub>
							Нейтральний у вигляді гори (3)	V <sub>3</sub>
							Фітотоксичні (4)	V <sub>4</sub>

У більшості випадків ступінь порушення ділянки визначають за формулою:

$$W_i = K_i \cdot Q_i \cdot S_i, \text{ бали} \quad (2.1)$$

де  $K_i$  – клас порушень  $i$ -ї ділянки, балів;

$Q_i$  – група поверхні шару  $i$ -ї ділянки, балів;

$S_i$  – площа порушень  $i$ -ї ділянки, га.

Питома порушеність ділянки (глибина або висота порушень) – це ступінь порушення у балах, що припадає на 1 га порушень. Вона визначається за формулою:

$$Y = \frac{W_i}{S_i} K_i Q_i, \text{ бали/га} \quad (2.2)$$

Тоді ступінь порушеності території (декількох ділянок):

$$W_T = \sum_{i=1}^n S_i K_i Q_i, \text{ бали} \quad (2.3)$$

а середньозважена питома порушеність території:

$$Y_T = \frac{W_T}{S_i} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i K_i Q_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \text{ бали/га} \quad (2.4)$$

### ***Завдання до теми***

Завдання 1. Визначити ступінь порушеності земель кар'єрів.

Завдання 2. Провести оцінку розкривних порід за їх придатністю до рекультивації.

### ***Контрольні питання***

1. Що є одиницею оцінки порушення землі?
2. Які показники необхідно знати при визначенні ступеня порушеності території?

***Література:*** [1, с. 26–45; 2, с. 33–69; 3, с. 141–160; 4, с. 28–70; 5, с. 117–142; 6, с. 90–100; 7, с. 78–110; 8, с. 60–70; 12, с. 35–40; 14, с. 160–173].

### ***Практичне заняття № 3***

***Тема. Принципи підбору культур для вирощування на рекультивованих землях***

***Мета:*** навчитися розраховувати кількості деревинно-чагарникових і трав'янистих рослин, необхідних для озеленення порушеної зони.

**Навчальні елементи:** деревно-чагарниковий, деревно-тіньовий і комбінований принцип, густота культур, біологічні властивості деревних порід, едафічні або ґрунтові умови, лісоутворюючі породи.

### ***Короткі теоретичні відомості***

Типи лісових культур на рекультивованих землях розрізняються за складом деревних порід, розміщенням рослин, їх кількістю на одиниці площі та особливостями обробітку ґрунту.

Найбільшого успіху у створенні лісових культур на рекультивованих землях можна досягти за умови правильного добору асортименту порід. При цьому до складу лісових культур вводяться головні, супутні та чагарникові породи.

Враховуючи це, в сучасному лісовому виробництві практикуються такі три змішування порід: деревно-чагарниковий, деревно-тіньовий і комбінований.

У формуванні типів лісових культур на рекультивованих землях велике значення має густота культур. По суті, з нею пов'язана біологічна стійкість і продуктивність майбутніх насаджень. Адже за умов заниженої густоти залишається не використаною потенційна продуктивність рекультивованих земель; за завищеної густоти культури відстають у рості, а можуть бути випадки їх загибелі або депресії. Знижена густота відтягує також період зімкнення лісових культур, що потребує проведення більшої кількості доглядів. Водночас більша густота вимагає використання більшої кількості садівного матеріалу, що збільшує собівартість лісових культур.

Отже, вибір оптимальної густоти – один з найвідповідальніших моментів у створенні лісових культур на рекультивованих землях. Виявляється, вона є динамічною і змінюється з часом, оскільки лісові дерева з віком вимагають щораз більшого життєвого простору.

Враховуючи це, базою для регулювання густоти у процесі росту є початкова густота, тобто кількість посадкових місць під час садіння або сівби

лісових культур. У свою чергу початкову густоту визначають з урахуванням таких чинників:

– біологічні властивості деревних порід, коли для світлолюбних порід приймається менша густота, для тіневитривалих більша, для швидкорослих – менша, для повільно-рослих – більша;

– едафічні, або ґрунтові умови, причому у більш сухих умовах і на бідніших ґрунтах (породах) приймається більша густота, оскільки дерева тут ростуть повільніше, а в оптимальних умовах вологості та родючості ґрунту (порід) густота може бути меншою, оскільки дерева тут ростуть інтенсивніше.

Початкову густоту культур і відповідне розміщення посадкових місць визначають окремо за лісорослинними зонами, підзонами і лісокультурними районами.

Наприклад, загально прийнята орієнтовна початкова густота лісових культур для сосни в сухих і свіжих борах та суборах становить не менше 7 тис. рослин на 1 га, у сирих - не менше 5 тис. рослин на 1 га. У садінні великомірними саджанцями допускається первинна густота 2,5 тис. на 1га і більше. Проте через несприятливі умови на відвалах розкривних порід, у лісовій рекультивациі початкову густоту доцільно збільшувати до 10-14 тис. шт/га і більше. За таким принципом можна визначити густоту і для інших лісових культур.

Вирішальною умовою успішної лісової рекультивациі є асортимент лісоутворюючих порід. Саме асортимент зумовлює майбутню господарську цінність, біологічну стійкість і продуктивність лісових культур.

Добираючи асортимент, визначають цільове господарське призначення майбутнього деревостану, лісобіологічну взаємну толерантність порід, які проектується для спільного зростання, відповідність біологічних особливостей лісоутворюючих порід едафічним чинникам, притаманних конкретному відвалу розкривних порід, що підлягає лісовій рекультивациі.

Відповідно до затвердженої й апробованої методики, при озелененні відвалів вугільних шахт на їхніх укосах висаджуються деревинно-чагарникові



рослини, а на горизонтальних елементах відбувається посів багаторічних трав. Навколо відвала влаштовується декоративно-захисна смуга з дерев і чагарників.

Норми посадок і посівів прийняті наступні:

- а) для укосів – від 4800 до 10000 шт. саджанців або сіянців на кожен гектар, оптимальна кількість – 5700 шт/га. Це відповідає щільності посадки  $0,7 \times 2,5$  м, тобто відстань між сіянцями в ряді – 0,7 м, відстань між рядами – 2,5 м.
- б) для плато і терас – посів насіння багаторічних трав у кількості 40-45 кг/га;
- в) для декоративно-захисної смуги (ДЗС), формованої з трьох рядів (чагарники-дерева-чагарники): з розрахунку 1 сіянець чагарнику на 0,35 м і один крупномірний саджанець дерева на 5 м. Відстань між рядами – 1 м. Перший ряд розташовується на відстані 1 м від основи відвала

### ***Завдання до теми***

Завдання 1. Провести підбір культур для рекультивації порушених територій.

### ***Контрольні питання***

1. Які чинники враховують під час вибору густоти насаджень?
2. Основні принципи підбору культур для вирощування на рекультивованих землях.

***Література:*** [2, с. 76–94; 3, с. 125–141; 5, с. 210–232].

### ***Практичне заняття № 4***

#### ***Тема. Підбір фіторемедіата***

***Мета:*** навчитися розробляти технологію фіторемедіації з використанням однорічних та багаторічних рослин.

***Навчальні елементи:*** різь фільтрація, фіто екстракція, фітоволатилізація, фіто стабілізація, фіто деградація, фіто стимуляція.

#### ***Короткі теоретичні відомості***

Рослина впливає на навколишнє середовище різними способами. Основні з них:

- різofільтрація – коріння всмоктують воду і хімічні елементи, необхідні для життєдіяльності рослин;
- фітоекстракція – накопичення в організмі рослини небезпечних забруднень (наприклад, важких металів);
- фітоволатилізація – випаровування води і летючих хімічних елементів (As, Se) листям рослин;
- фітостабілізація – переклад хімічних сполук в менш рухому і активну форму (знижує ризик поширення забруднень);
- фітодеградація – деградація рослинами і симбіотичних мікроорганізмами органічної частини забруднень;
- фітостимуляція – стимуляція розвитку симбіотичних мікроорганізмів, які беруть участь в процесі очищення.

Головну роль в деградації забруднень грають мікроорганізми. Рослина є свого роду біофільтром, створюючи для них середовище проживання (забезпечення доступу кисню, розпушення ґрунту). Завдяки цьому процес очищення відбувається також поза періодом вегетації, хоча його інтенсивність дещо знижується.

Для фіторемедіації може бути використаний широкий спектр водних рослин (гідроботанічні очищення), наприклад: очерет (*Phragmites communis*), іва (*Salix cinerea*, *Salix purpurea*), ряска (*Lemna sp.*), проводяться активні дослідження гіпераккумуляторів (наприклад, водяний гіацинт – *Eichhornia crassipes* – вже застосовується в фіторемедіації), а також можливості генної модифікації рослин (трансформація рослин бактеріальними генами, відповідальними за деградацію органічних речовин, наприклад, метилртуті і вибухових речовин).

Переваги: можливість проведення ремедіації *in situ*; відносно низька собівартість робіт, що проводяться в порівнянні з традиційними очисними спорудами; безпека для навколишнього середовища; теоретична можливість екстракції цінних речовин (Ni, Au, Cu) з зеленої маси рослин; можливість

моніторингу процесу очищення; якість очищення не поступається традиційним методам, особливо при невеликому обсязі стічних вод (наприклад, у селах).

Наприклад, метод біологічної рекультивації засолених ґрунтів, заснований на використанні для розсолоння земель рослин-галофітів, здатних накопичувати в надземній частині солі, що містяться в ґрунті. До переваг методу необхідно віднести його економічну доцільність та можливість видалення шкідливих солей з ґрунтів різного ступеня засолення, без порушення природних екологічних процесів та властивостей ґрунтів. Використання рослин-галофітів сприяє відновленню екологічного стану засолених ґрунтів та відновленню природного біорізноманіття. Єдиним недоліком є необхідність збирання та утилізації наземної частини солеросів.

Для ефективного відновлення природних ландшафтів, що зазнали негативного впливу вугледобувної промисловості доцільним є підбір культур, які були б невибагливими до умов зростання, конкурентоздатними по відношенню до інших рослин та придатні для зростання на пересіченій місцевості, на схилах техногенних вододім тощо. Тому виникає потреба в виявленні рослин, які здатні ефективно та в короткі терміни поглинати солі з ґрунтів, а також сприяти збільшенню в них гумусу.

Для Буркуна білого (*Melilotus albus*) характерним є максимальне поглинання солей, але при цьому відбувається зниження вмісту гумусу, що зумовлене життєвим циклом однорічних рослин, які при вегетації не сприяють накопиченню органічної речовини, а навпаки, споживають її під час розвитку. Буркун жовтий (*Melilotus officinalis*), навпаки, при незначному розсолюючому ефекті, сприяє підвищенню вмісту гумусу у ґрунтах. Тому доцільним може бути використання цих рослин за схемою: 50 % насіння Буркуна білого та 50 % насіння Буркуна жовтого. За цією схемою сталий результат фіторе mediaції можна очікувати на третій рік культивації. При цьому вміст гумусу зростає майже вдвічі (на 93 %). При розробці комплексного методу відновлення антропогенно- та природнозасоленних земель в межах діяльності вугледобувних

підприємств одним із найважливіших умов ефективного розсолення ґрунтів є зниження рівнів підземних вод і попередження їх підняття.

При використанні Буркуна білого та Буркуна жовтого можна не тільки нормалізувати сольовий склад ґрунту, але й покращити показники родючості. Максимальний термін проведення меліорації для Буркуна жовтого – 5-6 років, але його використання разом із Буркуном білим дозволить досягти зниження вмісту солей вже на 3 рік. Використання фітомеліорантів дозволить стабілізувати якісний та кількісний сольовий склад ґрунтів, підвищити вміст гумусу, а також знизити рН ґрунтів.

### ***Завдання до теми***

Завдання 1. Провести підбір фіторемедіата за завданням викладача.

### ***Контрольні питання***

1. Поняття фіторемедіації.
2. Описати основні технології фіторемедіації.

***Література:*** [1, с. 88–97; 3, с. 193–2077; 6, с.181–200; 14, с. 33–40].

### ***Практичне заняття № 5***

#### ***Тема. Плюси та мінуси фітоекстракції***

***Мета:*** ознайомитися з особливостями фітоекстракції, визначити плюси та мінуси процесу.

***Навчальні елементи:*** К-фактори, фактори генетичного переносу, інсекція, коліциногенний фактор, . фагові вектори, трансдукція, косміди і ниткоподібні фаги.

### ***Короткі теоретичні відомості***

Фітоекстракція – найоптимальніший спосіб видалення солей важких металів з ґрунтів без руйнування ґрунтової структури і родючості. Деякі автори називають цей метод фітоаккумуляцією. Так як рослина абсорбує, концентрує і осаджує токсичні метали і радіонукліди із забруднених ґрунтів в біомасі, це

кращий спосіб очищення територій з розсіяним поверхневим забрудненням і відносно низькою концентрацією контамінантів. Існує дві основні стратегії фітоекстракції:

- фітоекстракція в присутності хелатів, або індукована фітоекстракція, в якій додавання штучних хелатів збільшує рухливість і поглинання металу – контамінанта;

- послідовна фітоекстракція, в якій видалення металу залежить від природної здатності рослин очищати; при цьому під контролем знаходиться тільки кількість висіву (посадки) рослин.

При цьому важливі такі фактори, як швидкість росту, вибірковість до елемента, стійкість до хвороб, метод збирання. Проте повільне зростання, поверхнева коренева система, низька продуктивність біомаси обмежують застосування гіперакумуляюючих видів для очищення забруднених важкими металами територій.

Для фітоекстракції використовуються рослини, які акумулюють забруднення головним чином у наземній масі. Рослини, накопичують забруднення в коренях, непридатні для фітоекстракції, оскільки збір коренів скрутний і потребує великих витрат. Наземна фітомаса може бути зібрана за допомогою звичайної сільськогосподарської техніки і перевезена на місця складування і переробки.

При накопиченні радіоактивних елементів важлива стійкість рослини до радіоактивного опромінення. З деревних рослин при фіторемедіації територій, забруднених радіонуклідами, краще використовувати листяні породи дерев, наприклад маньчжурський горіх (*Juglans mandshurica*), амурський пробконос (*Phellodendron amurense*), які більш радіаційностійкі, ніж хвойні дерева, чагарники і трави.

Фітоекстракцією відносно легко можуть бути вилучені тільки метали, що знаходяться у вигляді вільних іонів і розчинних комплексів у ґрунтових розчинах і частково у формі іонів, пов'язаних з іонообмінними групами

грунтового мінеральної речовини та адсорбованих неорганічних компонентів ґрунту.

У більшості випадків найбільш ефективні рослини-гіперакумулятори дозволяють очистити лише поверхневий шар ґрунту, не більше 0,5 м, що обмежує застосування фітоекстракції. Вилучати важкі метали з більш глибоких ґрунтових горизонтів можливо при використанні інших методів.

### ***Завдання до теми***

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Процес	Позитивні сторони	Негативні сторони
Фітоекстракція		

### ***Контрольні питання***

1. Дві стратегії фітоекстракції.
2. Можливості використання різних типів бактеріальних векторів у генетичній інженерії.

***Література:*** [2, с. 76–84; 3, с. 203–208; 4, с. 94–105].

## **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 вміннями 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 заліку, що проводиться після закінчення семестру (закінчення курсу). Отримана кількість балів переводиться в національну шкалу відповідно до таблиці, наведеної нижче, та виставляється в екзаменаційну відомість.

Відповідність рейтингових балів і національної шкали оцінювання:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
60–100	«зараховано»
1–34	«не зараховано»



## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

### ***Основна література***

1. Єстеревська Л.В. Рекультивація земель. / Л.В. Єстеревська – К.: Урожай, 1977. – 125 с.
2. Зайцев Г.А. Лесная рекультивация / Г.А. Зайцев, Л.В. Моторина, В.Н. Данько. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 129 с.
3. Панас Р.М. Рекультивація земель: Навч.посібник / Р.М. Панас. – Львів: Новий світ, 2000. – 224 с.
4. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / За ред. П.І. Коваленка – К.: Аграрна наука, 2001. – 214 с.
5. Гідротехнічні меліорації лісових земель /за ред. Юхновського В.Ю. – К., Арістей, 2007.
6. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації: навчальний посібник. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. – 224 с.
7. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
8. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель: Учебник. – М.: Колос, 2000. – 96 с.
9. М.В. Шульга. Земельне право України / М.В. Шульга. – Х. : Право, 2013. 520 с.
10. ГОСТ 17.5.1.02-85 "Охорона природи. Землі. Класифікація порушених земель для рекультивації"
11. Земельний кодекс України.– Х.: ТОВ „Одіссей”, 2002. – 600 с.

### ***Додаткова***

12. Дербенцева А.М., Крупская Л.Т., Степанова А.И. Рекультивация деградированных и воссоздание разрушенных почв: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2006. - 70 с

13. Меліорація і водне господарство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: Аграрна наука.

14. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: [підручник] / [М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, В. Г. Хілобок, А. В. Яковлєв]. – К.: "Вища школа", 1992. – 408 с.

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Технології біорекультивациі. Біоремедіація ґрунтового й водного середовищ» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладач к. т. н., ст. викл. О. А. Сакун

Відповідальний за випуск доц. кафедри біотехнології та 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