

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. М.К. Шикіули

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Дека́н агробіологічного факультету

О. Л. Тонха

р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
“ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ І ФІТОРЕМЕДАЦІЯ ҐРУНТІВ”

Ступінь вищої освіти – магістр
Спеціальність 201 - “Агрономія”

КИЇВ – 2023

Робоча програма з дисципліни «Фітомеліорація і фіторемедіація ґрунтів» для студентів ОС «магістр» за спеціальністю 201 - «Агрономія»

Розробник: Забалуєв В.О., доктор с.-г. наук, професор

Розглянуто на засіданні кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. М.К. Шикучи (протокол № ____ від _____ 2023 р.)

Завідувач кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. М.К. Шикучи

Забалуєв В.О. _____ 2023 р.

**ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ І ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ДЕГРАДОВАНИХ
ЗЕМЕЛЬ**

| | |
|-------------------------|--|
| Лектор | <u>Забалуєв В.О.</u> |
| Семестр | 2 |
| Освітній ступінь | Магістр |
| Кількість кредитів ЄКТС | 4 |
| Форма контролю | Іспит |
| Аудиторні години | 30 (15 год лекцій, 15 год практичних) |

Загальний опис дисципліни

В умовах надзвичайно високого антропогенного навантаження на ґрунтові ресурси актуальною проблемою є відновлення і підтримка екологічних і продуктивних функцій ґрунту. Для цього на деградованих і техногенно порушених землях використовують технології фітомеліорації і фіторемедіації.

Фітомеліорація порушених і деградованих земель передбачає оптимізацію антропогенно перетворених ландшафтів за рахунок створення стійкого рослинного покриву, здатного покращувати якісні характеристики ґрунту. Фітомеліоративні насадження можуть бути як практичного призначення (агроценози, лісові насадження), так і насадження декоративного і ін. призначення.

Фіторемедіація – це комплекс фізичних, хімічних і біологічних заходів з оздоровлення забруднених об'єктів довкілля. В більшості випадків це природні, антропогенно трансформовані та радіоактивно забруднені ґрунти, техногенні субстрати, підземні води. Успішні результати фітомеліорації і фіторемедіації позитивно впливають як на рівень родючості ґрунтів, так і на стан довкілля людини.

Метою дисципліни є пізнання основ фітомеліорації і фіторемедіації, використання екологічних і біологічних особливостей рослин і мікроорганізмів для оздоровлення навколишнього середовища, відновлення корисних екологічних функцій ґрунту, у т.ч. родючості, а також для естетичного, оздоровчого та архітектурно-художнього облаштування ландшафтів.

Завдання курсу:

- оволодіння знаннями про процеси фітомеліорації та фіторемедіації;
- оволодіння студентами методами рекультивації порушених і зіпсованих земель шляхом їх фітомеліорації та фіторемедіації;

- одержання й узагальнення нових знань про вплив порушень і псування ґрунтових ресурсів на навколишнє середовище і господарське використання;
- визначення ролі фітомеліорації і фітореємедіації у відновленні і господарському використанні деґрадованих ґрунтових ресурсів;
- оцінити негативний вплив порушень і псування (забруднення) земної поверхні на навколишнє середовище;
- оволодіння технологічними прийомами і методами фітомеліорації та фітореємедіації деґрадованих і зруйнованих земель;
- обґрунтування вибору і доцільності найбільш доцільного напрямку фітореєкультивації деґрадованих і зруйнованих земель (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 реєкультивації, фітомеліорації, фітореємедіації порушених і забруднених ґрунтів;
- моделі деґрадації та виснаження ресурсів порушених земель;
- основні види фітомеліорацій і зони їх застосування;
- технології закріплення пісків трав'яною рослинністю;
- методи фітореємедіації 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 і зіпсованих земель шляхом застосування фітомеліоративних і фітореMediaційних технологій;
- ідентифікувати тип порушених земель;
- розробляти екологічно безпечні та економічно доцільні проектні пропозиції з рекультивації та фітомеліорації порушених земель;
- обґрунтовувати шляхи вирішення екологічних проблем;
- використовувати біологічні та екологічні особливості рослин у практиці фітореMediaції забруднених територій;
- вносити пропозиції щодо формування культурного ландшафту зі здоровим ґрунтом.

Теми лекцій

| <i>№ теми</i> | <i>Назва теми</i> | <i>Кількість годин</i> |
|---------------|---|------------------------|
| Тема 1 | Фітомеліорація і фіторемедіація техногенно порушених і деградованих земель як проблема оздоровлення довкілля, шляхи її вирішення | 2 |
| Тема 2 | Фітомеліоруюча здатність рослин різних еколого-трофічних груп, її практичне використання | 1 |
| Тема 3 | Технології створення фітомеліоруючих фітоценозів для різних категорій деградованих і техногенно порушених земель (сільськогосподарського призначення, лісові насадження, насадження декоративного призначення, фітоценози для біологічної рекультивації і консервації захоронення токсичних відходів, полігонів твердих побутових відходів і ін.) | 2 |
| Тема 4 | Поняття про ремедіацію ґрунтів. Масштаби проблеми, шляхи її вирішення на сучасному етапі розвитку науки. | 2 |
| Тема 5 | Методи очищення ґрунтів від забруднення токсичними хімічними речовинами. Фізичні і хімічні методи очищення ґрунту (електрохімічне очищення забрудненого ґрунту, метод промивання). | 2 |
| Тема 6 | Біологічні методи очищення ґрунту. Технології фітоекстракції і біодеструкції | 2 |
| Тема 7 | Ремедіація ґрунтів, забруднених радіоактивними речовинами. Особливості, перспективи, результати | 2 |
| Тема 8 | Технології ремедіації ґрунтів, забруднених нафтопродуктами і залишками пестицидів | 2 |
| | Всього | 15 |

Теми практичних занять

| <i>№ теми</i> | <i>Назва теми</i> | <i>Кількість годин</i> |
|---------------|---|------------------------|
| Тема 1 | На основі еколого-трофічної класифікації рослин М.Т. Масюка зробити розподіл запропонованої викладачем колекції рослин на групи за вираженістю їх фітомеліоруючої здатності. Описати фітомеліоративні можливості конкретних рослин, дати їм оцінку за вираженістю фітомеліоративного ефекту | 2 |
| Тема 2 | Обґрунтувати і розробити технологію створення фітомеліоративних агроценозів для ґрунтів з різним ступенем еродованості для різних природно-кліматичних зон України | 2 |
| Тема 3 | Обґрунтувати і розробити технологію створення фітомеліоративних агроценозів для біологічного етапу рекультивації техногенно порушених земель. Вказати на особливості технології фітомеліорації для різних природно-кліматичних умов і специфіки розробляння корисних копалин | 2 |
| Тема 4 | Обґрунтування вибору методу очищення ґрунту від хімічного забруднення. Розробити основні елементи технології очищення ґрунтів від надлишку певного забруднювача. Вказати на специфіку шкідливості певного забруднювача-хімічної сполуки чи хімічного елементу | 2 |
| Тема 5 | Розробити основні елементи технології фізичних методів очищення ґрунтів від надлишку певного забруднювача. Дати прогнозу оцінку результатів ефективності методу. | 2 |
| Тема 6 | Розробити основні елементи технології біологічних методів очищення ґрунтів від надлишку певного забруднювача. Дати прогнозу оцінку результатів ефективності методу. | 2 |
| Тема 7 | Розробити основні елементи технології біоремедіації радіоактивно забруднених ґрунтів. Вказати на специфіку господарського використання радіоактивно забруднених ґрунтів різного ступеню забруднення. | 3 |
| | Всього | 15 |

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

| | |
|---|--|
| <i>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</i> | <p>Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.</p> <p>Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).</p> |
| <i>Політика щодо академічної доброчесності:</i> | <p>Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).</p> <p>Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу</p> |
| <i>Політика щодо відвідування:</i> | <p>Відвідування лекцій і лабораторних занять є обов'язковим.</p> <p>За поважних об'єктивних причин пропущений теоретичний лекційний матеріал може бути відпрацьований за узгодженням з лектором індивідуально у вигляді реферату, презентації.</p> <p>Усі пропущені лабораторні роботи повинні бути виконані особисто студентом в спеціалізованій лабораторії. За результатами виконання лабораторної роботи проводиться співбесіда з викладачем і захист отриманих результатів.</p> |

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків | |
|---|---|----------------|
| | екзаменів | заліків |
| 90-100 | відмінно | зараховано |
| 74-89 | добре | |
| 60-73 | задовільно | |
| 0-59 | незадовільно | незараховано |

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ

Критерії оцінки виконання навчальних завдань є одним з основних способів перевірки знань, умінь і навичок студентів. При оцінці завдань за основу слід брати повноту і правильність їх виконання. Необхідно враховувати вміння і навички студентів:

диференціювати, інтегрувати та уніфікувати отримані знання;

застосовувати правила, методи, принципи у конкретних ситуаціях;

викладати матеріал логічно, послідовно;

орієнтуватися довідковою літературою.

Оцінка "відмінно" ставиться, якщо студент 1) ґрунтовно і повно викладає матеріал; 2) виявляє повне розуміння матеріалу, обґрунтовує свої думки, застосовує знання на практиці, наводить необхідні приклади; 3) відповідь відзначається багатством словникового запасу.

Оцінка "добре" ставиться, якщо студент дає відповідь, що задовольняє ті ж вимоги, що й оцінка "5", але допускає деякі помилки, які сам виправляє, та поодинокі недоліки в послідовності викладу матеріалу.

Оцінка "задовільно" ставиться, якщо студент виявляє знання і розуміння основних положень даної теми, але 1) викладає матеріал не досить повно і допускає фактичні неточності і помилки у формулюванні відповіді, 2) не вміє глибоко і переконливо обґрунтувати свої думки і відчуває труднощі під час добору прикладів; 3) має бідний словниковий запас, викладає матеріал непослідовно.

Оцінка "незадовільно" ставиться, якщо студент 1) не знає більшої частини вивченого матеріалу; 2) допускає багато фактичних неточностей; 3) має дуже бідний словниковий запас.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Баран С., Кжыва Е.* Фиторемедиация почв, загрязненных свинцом и кадмием, при помощи раakitника. Влияние природных и антропогенных факторов на социоэкосистемы, 2003; 2: 39–44.
2. *Белоусов В.С.* Фитомелиорация деградирующих почв с помощью сорговых культур. Селекция, семеновод. технол. воздел. перераб. сорго: тез. докл. междунар. науч.практ. конф. Зерноград, 2–4 сент. 1999: 17–18.
3. *Галиулин Р.В., Галиулина Р.А.* Фитоэкстракция ТМ из загрязненных почв. Агрохимия, 2003; 3: 77–85.
4. *Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Возняк В.М.* Фитоэкстракция Cu и Ni из загрязненного выщелоченного чернозема. Агрохимия, 2004; 12: 36–40.
5. *Гюнтер Л.И., Беляева С.Д.* К проблеме утилизации ОСВ в качестве удобрения. Изв. ЖКХ. Гор. хозяйство и экология, 1997; 2: 38–48.
6. *Дабахов М.В., Смирнова Н.А., Титова В.И.* Рекультивация почвенного покрова рекреационных зон города, загрязненных тяжелыми металлами. Агрoхим. вестник, 2005; 3: 30–32.
7. *Ильин В.Б.* Оценка защитных возможностей системы почва-растение при модельном загрязнении почвы Pb по результатам вегетационных опытов. Агрoхимия, 2004; 4: 52–57.
8. *Ильинский А.В.* Биологическая очистка почв, загрязненных тяжелыми металлами. Агрoхим. вестник, 2003; 5: 30–32.
9. *Ильинский А.В.* Применение фитомелиорантов для очистки черноземов, загрязненных тяжелыми металлами. Влияние природных и антропогенных факторов на социоэкосистемы, 2003; 2: 259–261.
10. *Киреева Н.А.* Фитотоксичность антропогенно-загрязнённых почв / Н.А. Киреева и др.; отв. ред. Р. Р. Ахметов; АН респ. Башкортостан, Отд-ние биол. наук, Башк. гос. ун-т, Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа: Гилем, 2003. 266 с.
11. *Кутукова Ю.Д., Плеханова И.О.* Влияние мелиорантов на состояние тяжелых металлов в почвах и растениях при использовании осадков сточных вод в качестве удобрения. Агрoхимия, 2002; 12: 668–743.
12. *Лурье Е.Л.* Биологические методы утилизации активного ила. Региональная конф. молодых ученых “Современные проблемы экологии, микробиологии и иммунологии” (Пермь, 18–20 янв., 1999): тез. докл. и программа. Пермь, 1999: 43.
13. *Лысенко Л.Л., Пономарев М.И., Корнилович Б.Ю.* Проблема загрязнения почв тяжелыми металлами, перспективы решения. Экотехнологии и ресурсосбережение, 2001; 4: 58–63.
14. *Мажайский Ю.Ф.* Восстановление земель, загрязненных тяжелыми металлами. Мелиорация и вод. хоз-во, 2001; 2: 34–36.

15. Масюк Н.Т., Харитонов Н.Н., Кулинич В.В. и др. Экотоксикологическая оценка различных рекультивированных земель в условиях степи Украины. Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах: мат-лы науч.-практ. конф. (22–24 декабря 1992 г.) Москва, 1994: 33–41.
16. Настинова Г.Э., Доржиева В.И. Морфофизиологические и экологические особенности кормовых культур-биомелиорантов. Проблемы сохранения биоразнообразия аридных регионов России: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 1998: 196.
17. Никифорова Е.М., Лазукова Г.Г. Экогеохимия городских ландшафтов. Москва: Издво МГУ, 1995: 57–90.
18. Пархоменко Н.А. Исследование взаимосвязей накопления тяжелых металлов в системе почва-растение при агроэкологическом мониторинге природной среды вдоль автотрасс. Современные проблемы геодезии и оптики: 53 Междунар. науч.-тех. конф., посвящ. 70-летию СГГА (Новосибирск, 11–21 марта 2003): сб. материалов конф. Ч. 2. Новосибирск, 2003: 11–12.
19. Пат. на винахід 58557 UA. Спосіб очистки ґрунту від важких металів та радіонуклідів / Г.М. Ніковська, З.Р. Ульберг, Л.О. Коваль; опубл. 15.08.2003, Бюл № 8.
20. Пат. на винахід 90279 UA. Стрес-толерантна трансгенна рослина пшениці / С. Макнейл, AU, Д. Чемберлейн, AU, Р. Боувер, NZ; опубл. 26.04.2010, Бюл.№ 8.
21. Пат. на изобретение 2157605 RU. Способ рекультивации земель / С.И. Зарубин, А.Г. Ананенков, Г.Л. Ставкин, Н.В. Рыжук, В.М. Поляков; № 2000106893 ДЗ; Заявл. 22.03.2000; Опубл. 20.02.2000, Бюл. № 29.
22. Пат. на корисну модель 20299 UA. Спосіб детоксикації важких металів у системі ґрунт – рослина / А.І. Фатеев, В.Л. Самохвалова; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.
23. Пат. на корисну модель 25274 UA. Спосіб вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтах, забруднених радіонуклідами і/або важкими металами / С.М. Абрамов, В.І. Сопельник; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12.
24. Пат. на корисну модель 25456 UA. Кондуктометричний біосенсор для визначення концентрації іонів важких металів у водних розчинах / О.О. Солдаткін, С.В. Дзядевич, О.П. Солдаткін, Г.В. Єльська; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12.
25. Пат. на корисну модель 26085 UA. Агроекологічний препарат "біокольчуга" / С.М. Абрамов, В.І. Сопельник; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 14.
26. Пат. на корисну модель 27284 UA. Мультибіосенсор для визначення концентрацій токсичних речовин у водних розчинах / О.О. Солдаткін, В.М. Архіпова, С.В. Дзядевич, О.А. Назаренко, О.П. Солдаткін, Г.В. Єльська, О.С. Павлюченко, О.Л. Кукла; опубл. 25.10.2007, Бюл. № 18.

27. Пат. на корисну модель 34132 UA. Органомінеральне пастоподібне добриво / С.М. Абрамов, В.І. Сопельник, К.В. Сопельник; опубл. 25.07.2008, Бюл. № 14.
28. Пат. на корисну модель 38149 UA. Спосіб рекультивації териконів / О.В. Бутюгін, М.Б. Узденніков, Ю.М. Зубкова, М.В. Гнеденко; опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24.
29. Пат. на корисну модель 45299 UA. Спосіб рекультивації териконів / О.В. Бутюгін, М.Б. Узденніков, М.В. Гнеденко; опубл. 0. 11.2009, Бюл. № 21.
30. Пат. на корисну модель 4726 UA. Спосіб очищення техногенно забруднених ґрунтів від важких металів / М.М. Дронь, Ф.О. Чмиленко, Н.М. Смітюк; опубл. 15.02.2005, Бюл. № 2.
31. Пат. на корисну модель 50789 UA. Спосіб очищення ґрунтів породного відвалу вугільних шахт від важких металів / М.Я. Гавриляк, В.І. Баранов; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.
32. Пат. на корисну модель 56958 UA. Спосіб управління міграцією біоелементів у системі “ґрунт – корми – організм курей-несучок – людина” / Л.Г. Засипка, Л.О. Тарасенко, І.В. Макаріхіна, П.С. Ніков, М.П. Любчак, Л.В. Степанова, В.В. Бабієнко; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.
33. Пат. на корисну модель 76416 UA. Фіторемедіаційний спосіб очищення ґрунтів від важких металів / О.П. Корж, І.Г. Савченко, Н.О. Гура; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
34. Пат. на корисну модель 77228 UA. Препарат комплексної дії для використання у сільському господарстві та рекультивації техногенно змінених ґрунтів / О.В. Карпенко, Н.С. Щеглова, Р.І. Вільданова-Марцишин, В.І. Баранов, О.М. Шульга; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
35. Пат. на корисну модель 85002 UA. Спосіб ремедіації техногенно забрудненого важкими металами ґрунту / В.Л. Самохвалова, А.І. Фатєєв, С.Г. Зуза, В.О. Зуза; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
36. Пат. на корисну модель 85544 UA. Спосіб екологічної реабілітації ґрунту, техногенно забрудненого переважно кадмієм, свинцем, цинком та хромом / В.Л. Самохвалова, А.І. Фатєєв, С.Г. Зуза, В.О. Зуза; опубл. 25.11.2013, Бюл. № 22.
37. *Позняк С.С.* Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова. Вестник Томского ГУ. Сер. биол., 2011; 1(13): 123–137.
38. *Покровская С.П.* Деконтаминация загрязненных почв. Экономика сельского хозяйства России, 1997; 2: 22.
39. *Прасад М.Н.* Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами. Физиол. растений, 2003; 50(5): 764–780.

40. *Ревелль П.* Среда нашего обитания: в 4-х книгах. Кн. 1. Народонаселение и пищевые ресурсы / пер. с англ.; П. Ревелль, Ч. Ревелль. Москва: Мир, 1994: 340.
41. *Ревелль П.* Среда нашего обитания: в 4-х книгах. Кн. 2. Загрязнения воды и воздуха / пер. с англ.; П. Ревелль, Ч. Ревелль. Москва: Мир, 1995: 296.
42. *Самохвалова В.Л., Фатеев А.И., Зуза С.Г., Зуза В.О.* Спосіб ремедіації ґрунту техногенно забрудненого важкими металами. Агрохімія та ґрунтознавство, 2013; 80: 101–110.
43. *Сахвадзе Л., Трапидзе М., Джиншавили Л.* и др. Биорекультивация нарушенных ландшафтов с использованием удобрений, изготовленных на базе местного сырья. Min. J, 2001; 2: 59–60.
44. *Сорокин Д.Ю., Лысенко А.М., Митюшина Л.Л.* Выделение и характеристика алкалофильных хемоорганотрофных бактерий, окисляющих восстановленные неорганические серные соединения до тетрагидрата. Микробиология, 1996; 65: 370–383.
45. *Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Краснов Д.Г.* Рекомендации по экологической оценке и мерам снижения загрязнений почв и прилегающих к сельскохозяйственным угодьям компонентов окружающей среды: науч.-метод. работа. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005: 60 с.
46. *Ульяненко Л.Л., Филипас А.С., Алексахин Р.Л.* Использование биологически активных веществ при реабилитации техногенно загрязненных сельхозугодий. Вести Рос. акад. с.-х. наук, 1999; 2: 49–51.
47. *Фатеев А.И., Самохвалова В.Л.* Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: метод. рекомендації. Харків: КП “Міськдрук”, 2012. 70 с.
48. *Чернавская М.М., Плескачева Т.Б., Воронежцева Н.И.* и др. Разработка защитных механизмов при экологических загрязнениях почв тяжелыми металлами на основе биоаккумуляции. Обз. инф. науч. и техн. аспекты охраны окружающей среды / ВИНТИ. 1997; 4: 23–26.
49. *Ягафарова Г.Г., Хлесткин Р.Н.* Биопрепарат для уменьшения загрязнения воды и почвы. Башкирский химический журнал, 1994; 1(3): 46–47.
50. *Яковишина Т.Ф.* Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины: дис.... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / Яковишина Татьяна Федоровна. Днепропетровск, 2006. 226 с.
51. *Янчев И.И.* Възможности на конопа (*Cannabis sativa* L.) за ограничаване на почвеното замърсяване с тежки метали. Растениевъдство наука, 2000; 37(7): 532–537.
52. *Asp S., Hultin S., Stolt P.* Cadmium accumulation in wheat and durum wheat in relation to Cd extracted from the soil and Cd in the soil solution: Tez. International Symposium on Soil and Plant Analysis, Edmonton July 21–27, 2001. Commun. Soil Sci. and Plant Anal, 2002; 33 (15-18): 2404–2416.
53. *Bateman J.C., Chanasyk D.S.* Effects of deep ripping and organic matter

amendments of Ap horizons of soil reconstructed after coal strip-mining. *Can. J. Soil. Sci.*, 2001; 81(1): 113–120.

54. *Billings J.F., Griswold J.E., Billings B.G.* Biosparking results: How clean is the site? In *Situ Aeration: Air Sparking, Bioventing, Relet. Rem. Processes*, (Pap. Int. In Situ On-Site Bioreclam. Symp.), 3rd. Edited by: Hinchey, Robert E.; Miller, Ross N.; Johnson, Paul C. Battelle Press: Columbus, Ohio. 1995: 111–120.

55. *Blaylock Michael J., Elless Mark P., Huang Jianwei W., Duchenkov Slavik M.* Phytoremediation of lead-contaminated soil at a New Jersey brown field site. *Remediation*, 1999; 9(3): 93–101.

56. *Briseid T.* Remediation of contaminated soils and waste materials. Bioremediation and biosorption of heavy metals. Subtask 2.6. Experimental study with waste and electron donor. Subtask 2.9. Isolation /selection H₂S tolerant SRB's. Report, STEP-CT-90-0073; Order № PB95-224804GAR: 58. Avail. HTIS From: Gov. Rep. Announce. Index (U.S.) 1995; 95(17), Abstr. 17-01, 1994: 715.

57. *Burke G.K., Rhodes D.K.* Alternative systems for in situ bioremediation: Enhanced control and contact. In *Situ Aeration: Air Sparking, Bioventing, Relet. Rem. Processes*, (Pap. Int. In Situ on Site Bioreclam. Symp), 3rd. Battelle Press: Columbus, Ohio. 1995: 267–534.

58. *Carvalho Kathleen M., Gallardo Maria T., McGettigan Mellissa J., Martin Dean F.* Remediation of selenium contamination by plants and microbes: An annotated bibliography. *Fla Sci*, 2000; 63(3): 133–141.

59. *Clicquot de Mentque Cecile.* La phyto-remediation ou les bienfaits des plantes. *Environ. Mag*, 1998; 1569: P. 51.

60. *Entry J.A., Vance N.C., Hamilton M.A., Zabowski D.* In-situ remediation of soil contaminated with low concentrations of radionuclide's. In *Situ Rem.: Sci. Basis Curr. Future Technol., Hanford Symp. Health Environ*, 33rd, V.2, Battelle Press: Columbus, Ohio. 1994: 1055– 1066.

61. *Eriksson J., Ledin Stig.* Changes in phytoavailability and concentration of cadmium in soil following long term *Salix* cropping. *Water, Air, and Soil Pollut*, 1999; 114 (1–2): 171–184.

62. *Evanko C.R., Dzombak D.A.* Remediation of Metals-Contaminated Soils and Groundwater. Technology Evaluation Report TE-97-01. 1997.

63. *Gao Y., He J., Ling W. et al.* Effects of organic acids on copper and cadmium desorption from contaminated soils. *Environ. Int.*, 2003; 29: 613–618.

64. *Gioaguen V., Morvan H.* Removal of heavy metal ions from aqueous solution by modified bards. *J. Environ. Sci. and Health. A*, 1997; 32(4): 901–912.

65. *Gomez C., Bosecker K.* Leaching heavy metals from contaminated soil by using *Thiobacillus ferrooxidans* or *Thiobacillus thiooxidans*. *Geomicrobiology J.*, 1999; 16: 233–244.

66. *Graves D., Burnham S.* In situ vamoose zone bioremediation of diesel in shallow unsaturated soil. *Proc., Annu. Meet. Air Waste Manage. Assoc.*, 87th (14

A), Contaminated Site Remediation Technologies, Paper 94-WP102.03, 1994: 1–11.

67. *Ho Sa V., Brodsky Philip H.* In-situ remediation of contaminated heterogeneous soils. U.S. US 5476992 A 19.12.1995: 17.

68. *Huang Jianwei W., Chen Jianjun, Berti William R., Cunningham Scott D.* Phytoremediation of lead-contaminated soils: Role of synthetic chelates in lead phytoextraction. *Environ. Sci. and Technol*, 1997; 31(3): 800–805.

69. *Hurttl Reinhard F., Weber Ed.* Forest ecosystem development in post-mining landscapes: A case study of the Lusatian lignite district. *Naturwissenschaften*, 2001; 88 (8): 322–329.

70. In-situ Bioremediation Using Horizontal Wells (ISB). [Electronic resource] – Available from: <http://www.gnet.org/gnet/tech/reports/ESM.HTM>, 1996.

71. *Irving M., Williams R.J.* Order of stability of metal complexes. *Nature*, 1948; 162: 746–747.

72. *Jóźwiakowski K., Gilewska M.* Analiza gruntowo-korzeniowej oczyszczalni scieków na obszarze chronionego krajobrazu. *Ogólnopol. konf. nauk. Przyr. i techn. probl. ochr. i kształt. środow. rol*, Poznań, 4–5 wrzes., 1997; 19(1): 71–78.

73. *Juwarkar A.A., Nair A., Dubey K.V. et al.* Biosurfactant technology for remediation of cadmium and lead contaminated soils. *Chemosphere*, 2007; 68: 1996–2002.

74. *Kanmegne J., Bayomock L.A., Duguma B., Lapido D.O.* Screening of 18 agroforestry species for highly acid and aluminum toxic soils of the humid tropics. *Agro forestry Syst*, 2000; 49(1): 31–39.

75. *Khan F.I., Husain T., Hejazi R.* An overview and analysis of site remediation technologies. *J. Environ. Microbiol*, 2004; 71: 95–122.

76. *Laursen, Soeren Dan. Kemi.* Terrestrial electrochemistry. Are we getting closer to the solution of the heavy metal problem in soils? *Environ. Sci. Technol*, 1996; 77(5): 26–28.

77. *Lawrence A.W., Miller D.L., Miller J.A. et al.* In situ bioventing at a natural gas dehydrator site: Field demonstration. In *Situ Aeration: Air Sparking, bioventing, Relet. Rem. Processes (Pap. Int. In Situ on – Site Bioreclam. Symp.)*, 3rd, 1995: 581–592.

78. *Li Yin-M., Chaney Rufus L., Brewer Eric P. et al.* Phytoextraction of nickel and cobalt by hyper accumulator *Alyssum* species grown on nickel-contaminated soils. *Environ. Sci. and Technol*, 2003; 37(7): 1463–1468.

79. *Long Xinxian, Yang Xiao, Ni Wuzhong* Current state and prospects of cleaning soil polluted by heavy metals. *Chin. J. Appl. Ecol*, 2002; 13(6): 757–762.

80. *Luo Y.M.* Current Research and Development in Soil Remediation Technologies. *Progress in Chemistry*, 2009; 21: 558–565.

81. *Löser C., Zehnsdorf A., Hoffman P., Seidel H.* Remediation of heavy metal polluted sediment by suspension and solid bed leaching: Estimate of metal removal efficiency. *Chemosphere*, 2007; 66: 1699–1705.
82. *Margesin R., Zimmerbauer A., Schinner F.* Monitoring of bioremediation by soil biological activities. *Chemosphere*, 2000; 40: 339–346.
83. *Maslin P., Maier R.M.* Biosurfactant – induced protection against cadmium toxicity during phenanthrene degradation in soil. Abstr. 99th Gen. Meet. Amer. Soc. Microb. (Chicago, May 30 – June 3, 1999). Washington (D.C.), 1999: 591.
84. *Mulligan C.N., Yong R.N., Gibbs B.F.* Surfactant-enhanced remediation of contaminated soil: a review. *Engineering Geology*, 2001; 60: 371–380.
85. *Oyler P.E., John A.* *In situ* stabilization of metals contaminated soil near a smelter: An ecological remediation of a Superfund site. Technology Evaluation Report. 1995.
86. *Patent US № 6074988* Soilless growth medium including soluble silicon / Paul A. King, Shivakumar Reddy; Fielded: 14.01.1998; Publ. 13.06.2000.
87. *Patent US № 6205708* Treatment material pumping system / Gatliff Edward G. Fielded: 17.11.1998; Publ. 27.03.01.
88. *Phillips Theresa M., Liu Dickson, Seech Alan G. et al.* Bioremediation in field box plots of a soil contaminated with wood-preservatives: A comparison of treatment condition using toxicity testing as a monitoring technique. *Water, Air, and Soil Pollut*, 2000; 121(1–4): 173–187.
89. *Robinson Brett H., Leblanc Marc, Perit Daniel.* The potential of *Thlaspi caerulescens* for phytoremediation of contaminated soils. *Plant and Soil*, 1998; 203(1): 47–56.
90. *Ronald J. LeBlanc, Peter Matthews, Roland P. Richard.* Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource. United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), 2008: 608.
91. *Sanchez A., Ballester A., Blazquez M.L. et al.* Biosorption of copper and zinc by *Cymodocea nodosa*. *Microbiol. Rew*, 1999; 23: 527–536.
92. *Schneegurt M.A., Jain J.C., Menicucci J.A.* Biomass byproducts for the remediation of wastewaters contaminated with toxic metals. *Environ. Sci. Technol*, 2001; 35: 3786–3791.
93. *Shi Yuan-zhi, Ma Li-feng, Han Wen-yan, Ruan Jian-yun.* Investigation of absorption and accumulation of Pb plants tea bush. *Sci. Agr. Sin*, 2003; 36 (11): 1272–1278.
94. *Stilwell D.E., Gorny K.D.* Contamination of soil with copper, chromium, and arsenic under decks built from pressure treated wood. *Bull. Environ. Contam. And Toxicol*, 1997; 58(1): 22–29.
95. U.S. EPA (1996b), Report: Recent Developments for In Situ Treatment of

Metals-contaminated Soils, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, draft.

96. U.S. EPA (1996c), Engineering Bulletin: Technology Alternatives for the Remediation of Soils Contaminated with Arsenic, Cadmium, Chromium, Mercury, and Lead, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Emergency and Remedial Response, Cincinnati, OH, draft.

97. *Van Den Bos Valerie*. Depollution des sols: Cinq biocentres en projet. *Usine Nouv*, 1997; 2605: 28.

98. *Wang Haiyan, Sun Xiangyang*. Studies on heavy metal pollution in soil-plant system: A review. *Forest. Stud. China*, 2003; 5(1): 55–62.

99. *Wang Qing-Ren, Cui Yan-Shan, Dong Yi-Ting*. Phytomelioration – an effective approach to cleaning of soils contaminated by heavy metals. *Acta Ecol. Sin*, 2001; 21(2): 326–331.

100. *Wu Longhua, Gao Zigin* Effect of organic material on the transformation and translocation of metal oxides in white soil and their effect on soil fertility. *Chin. J. Appl. Ecol*, 1999; 10(4): 423–426.

101. *Xu Xingkai, Zhang Sujun*. Influence of rhizosphere organic material for heavy metals in the coastal saline soil and distribution of natural soil forms of iron. *Chin. J. Appl. Ecol*, 1999; 10(4): 430–432.

102. *Zhu D., Schwab A.P., Banks M.K.* Heavy metal leaching from mine tailings as affected by plants. *J. Environ. Qual*, 1999; 28(6): 1727–1732.