

УДК 3696.013

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН – ФІТОРЕМЕДІАНТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ ПОЛТАВЩИНИ ВІД ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТІВ НАФТОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Р. В. Булавенко

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 36011, Україна. E-mail: ruslanablv@gmail.com

Проаналізовані дослідження та публікації із застосування фітотехнологій, зокрема методів фітореємедіації для забезпечення екологічної безпеки при діяльності нафтопромислового комплексу, а саме для очищення ґрунтів від нафти та нафтопродуктів. Вивчено процеси фітореємедіації, її види, значення та можливість використання для очищення ґрунтів Полтавської області. Приведений перелік сільськогосподарських та інших рослин-фітомередіантів, які можна рекомендувати для застосування на ґрунтах Полтавщини, забруднених нафтою та нафтопродуктами.

Ключові слова: фітореємедіація, нафта, нафтопродукти, екологічна безпека, рослини-фітомередіанти.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ – ФИТОМЕРЕДИАНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ПОЛТАВЩИНЫ ОТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.

Р. В. Булавенко

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка
просп. Первомайский, 24, Полтава, 36011, Украина. E-mail: ruslanablv@gmail.com

Проведен анализ исследований и публикаций по использованию фитотехнологий, а именно методов фитореємедіації для обеспечения экологической безопасности во время деятельности предприятий агропромышленного комплекса, для очищения почв от нефти и нефтепродуктов. Изучены процессы фитореємедіації, ее виды, значение и возможность использования для очищения почв Полтавской области. Приведен перечень растений-фитореємедіантов, которые могут быть рекомендованы для использования на почвах Полтавской области, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

Ключевые слова: фитореємедіація, нефть, нефтепродукты, экологическая безопасность, растения-фитореємедіанты.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Нафтовидобувна і нафтопереробні галузі промисловості загострюють проблеми екологічної безпеки, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів нафтою спричиняє як деградацію земель, так і створює небезпеку проникнення полутантів у харчові ланцюги, однією з ланок яких є людина. Це зумовлює гостру необхідність пошуку ефективних та екологічно безпечних методів очищення довкілля від забруднень нафтою. У зв'язку з цим набуває актуальності аналіз участі рослин у процесах деструкції компонентів нафти і розробка підходів для фітореємедіації нафтозабруднених територій [1].

Природне відновлення ґрунтових екосистем, забруднених нафтою, – довготривалий і складний процес [2].

Біологічну деградацію нафтових вуглеводнів можуть здійснювати бактерії, гриби й рослини [1, 3]. Деякі вищі рослини мають здатність детоксикувати ксенобіотики ароматичного ряду з перетворенням їх структури до вуглекислоти або звичайних клітинних метаболітів. Це є основою фітореємедіаційних технологій.

Найбільш перспективним методом для очищення забруднень у промислово розвинених країнах на наш час вважається фітореємедіація (від грецького *phytón* = рослина й англійського *remediation* = виправлення).

Рослини здатні накопичувати ксенобіотики у своїй масі, піддавати їх метаболічним

перетворенням, сорбувати на своїй поверхні. Відтак, толуол вважається сильно токсичною сполукою, що негативно впливає на печінку, кровотворну й нервову системи людини. Це пояснюється його метаболізмом, а також низькою розчинністю у воді, у зв'язку із чим його виведення з організму є ускладненим. У дослідженнях метаболізму толуолу в проростках кукурудзи, квасолі і виноградної лози була знайдена залежність інтенсивності поглинання толуолу від віку рослин [4]. У рослинних тканинах можливі різні механізми окислення толуолу: в одних випадках він може гідроксилуватися без додаткового окислення метильної групи; в інших (частіше реалізованих) – метална група окислюється до карбоксилу. Відома участь вищих водних рослин у самоочищенні водойм, у тому числі елодеї канадської (*Elodea Canadensis*) [5], стійкість якої до різних ксенобіотиків пов'язана з високим рівнем активності пероксидази в рослинах.

На підставі досліджень ученим удалося розробити ще одну досить оригінальну фітореємедіаційну технологію. Вона має назву фітофлавоноїзації. Сутність її полягає в здатності рослин до газообміну й транспірації, тобто випаровування води листям. При цьому токсиканти, що надійшли через кореневу систему, виділяються в атмосферу із транспіраційним струмом. Ця технологія виявилася досить придатною для очищення ґрунтів і водойм від органічних речовин. Однак у цій технології в ряді

випадків є серйозні обмеження: нетрансформовані токсиканти, що виділилися в атмосферу, можуть бути залучені в харчовий ланцюг і стати причиною вторинного забруднення навколишнього середовища.

Для фітофлавоноїзації використовуються дерева роду тополя, жито посівне, сорго, конюшину, люцерну [6].

Ученим із Вашингтонського Університету вдалося створити сорт генетично модифікованої тополі, що здатна руйнувати деякі високоокисні промислові речовини, які забруднюють навколишнє середовище, шляхом їхнього перетворення в нешкідливі продукти.

У майбутньому передбачається висаджувати такі тополі в місцях, що страждають від промислового забруднення, наприклад, поблизу нафтопереробних виробництв або підприємств із виробництва пластмас.

Розроблено метод очищення нафтозабруднених ґрунтів за допомогою рослин *Carex hirta* (осока шершаволиста), який дозволяє у короткі терміни знижувати рівень вмісту нафти й нафтопродуктів у ґрунті, покращувати його біологічні та фізико-хімічні властивості. У той же час цей метод є екологічно безпечним і дешевим способом ре медіації та рекомендується для використання під час реалізації програм загальнодержавного та регіонального рівнів для боротьби з деградацією земель в Україні відповідно до затверджених Кабінетом Міністрів України першочергових заходів, спрямованих на виконання положень Конвенції ООН щодо боротьби з деградацією земель [7].

Метою роботи є дослідження процесів фіторе медіації, її видів, значення та можливості використання для очищення ґрунтів Полтавської області, виділити рослини, характерні для вирощення у нашому регіоні, які здатні очищати ґрунти від нафти та нафтопродуктів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Полтавський регіон має ті ж екологічні проблеми, що і вся країна, але з деякою специфікою. Так, виробляючи 5 % промислової продукції країни, Полтава дає 20,5 % нафти і газового конденсату та 34,8 % природного газу країни [8]. При дослідженні трансформації нафти, що потрапила у ґрунт унаслідок розливів чи витоків у місцях зберігання або транспортування, необхідне розуміння механізмів самоочищення і відновлення ґрунтів, порушених техногенезом. Ґрунт – кінцевий резервуар акумуляції нафтопродуктів. Найбільше їх накопичується в гумусовому горизонті. З ґрунтовим пилом, ґрунтовими водами, з продуктами харчування вони можуть потрапляти до організму тварин і людини. В Україні забруднений нафтопродуктами ґрунт, що утворюється в результаті функціонування нафтовидобувних підприємств, не можна вивезти на відповідні заводи для відмивання нафтопродуктів, як це можна зробити за кордоном.

У випадку емісії вуглеводнів або їх витоків у навколишнє середовище, залишається сподіватися тільки на природу: мікроорганізми і рослини.

Очищення забруднених ґрунтів, вод і повітря за допомогою рослин – перспективний напрямок у США й останнім часом у Європі [9]. У процесі фіторе медіації ґрунтів корені рослин слугують джерелом органічних речовин, що стимулюють розвиток мікроорганізмів, а ті – руйнують вуглеводні. Крім того, рослини можуть поглинати низку органічних забруднювачів і трансформувати їх в інші, безпечні для навколишнього середовища продукти (фітотрансформація). Таким чином, можна розглядати фіторе медіацію як екологічно кращий (природний) метод очищення забруднених нафтопродуктами територій. За оцінкою американських фахівців фіторе медіація однієї тонни забрудненого ґрунту обходиться в 10–35 доларів, відмивання ґрунту – в 80–200 доларів, екстракція розчинниками – в 360–440 доларів і спалювання – в 200–1500 доларів [2]. Єдиний недолік фіторе медіації – низька швидкість перебігу процесів. Однак є всі можливості в підборі відповідних рослин, мікроорганізмів і агротехніки для прискорення даного процесу. Забруднені нафтопродуктами ґрунти можна використовувати для формування ґрунтів штучних полів (полігонів) з наступним вирощуванням сільськогосподарських культур, що прискорять процеси біодеградації вуглеводнів нафти. Продукція, яку будуть одержувати на таких полігонах, дозволить компенсувати деякою мірою витрати.

Основними типами ґрунтів на території Полтавської області є чорноземи різних видів, і сірі лісові ґрунти. Різні види чорноземів займають понад 93 % площі орних земель і 84 % усіх сільськогосподарських угідь території Полтавщини. У тому числі 2/3 площі орних земель становлять чорноземи типові (включаючи їх залишково-солонцюваті й вилугувані відмінності). Ці ґрунти характеризуються потужним гумусовим профілем (80–120 см), формування якого зумовлено великим обсягом відмерлої рослинної маси, яка щорічно надходила в ґрунт.

На основі літературних даних та аналізу біологічних особливостей сільськогосподарських та інших видів рослин, які здатні вбирати з ґрунту шкідливі речовини [10–13], та з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов Полтавщини, що сприятливі для їх вирощення, можна виділити види, які є добрими фітомеридіантами ґрунтів від нафтопродуктів.

Але, важливо пам'ятати, що фіторе медіація – це комплекс технологій. Тому для кожного конкретного експерименту з використанням фітотехнологій необхідно проводити попередні дослідження для виявлення та попередження всіх небажаних результатів. Всі ці технології, методики та процеси об'єднує те, що вони є найбільш дешевим [14] та естетично привабливим методом звільнення ґрунтів, підземних і поверхневих вод від забруднення. Єдиний недолік фіторе медіації –

низька швидкість. Однак є всі можливості в підборі відповідних рослин, мікроорганізмів і агротехніки для прискорення процесу.

В умовах сучасної економічної ситуації в Україні вони можуть допомогти у вирішенні проблеми оздоровлення довкілля.

ВИСНОВКИ. Отже, для ґрунтів Полтавської області, які забруднені нафтопродуктами доцільно використовувати методи фітореMediaції для видалення забруднюючих речовин з ґрунтового покриву.

Полтавський регіон має сприятливі умови для вирощування таких рослин-фітореMediaнтів, як дерева роду тополя (*Populus*); трави роду жито (*Secale*); сорго звичає (*Sorghum vulgare*); бобові (*Trifolium*), люцерна посівна (*Medicago sativa*), кульбаба лікарська – *Taraxacum officinale* Wigg. (*Asteraceae*); нетреба звичайна – *Xanthium strumarium* L. (*Asteraceae*); полин гіркий – *Artemisia absinthium* L. (*Asteraceae*); полин звичайний – *Artemisia vulgaris* L. (*Asteraceae*); злинка канадська – *Erigeron canadensis* L. (*Asteraceae*); деревій звичайний – *Achillea millefolium* L. (*Asteraceae*); пирій повзучий – *Elytrigia repens* L. (*Poaceae*); морква дика – *Daucus carota* L., (*Apiaceae*).

ЛІТЕРАТУРА

1. Красевич Ю.Н. Основи селекції мікроорганізмів, що утилізують синтетичні органічні сполуки. – М.: Наука, 1982. – С. 40–52.
2. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. – 2003. – № 9. – С. 1132–1140.
3. Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунишвили Т.А., Євстигнєєва В.Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. – М.: Наука, 2005. – С. 63–75, 142–161.
4. Угрехелидзе Д.Ш. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводов в растениях. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – С. 105–107, 116–121.

5. Тумайкина Ю.А., Турковская О.В., Игнатов В.В. Деструкция углеводов и ихних похідних рослинно-мікробною асоціацією на основі елодеї канадської // Прикладна біохімія й мікробіологія. – 2008. – Т. 44, № 4 – С. 422–429.

6. Гольдфейн М.Д. Некоторые особенности биоиндикации органических соединений ароматического ряда // Сборник научных трудов «Современный мир, природа и человек». – 2009. – Т. 1, вып. 1. – С. 107–108.

7. Джура Наталія Миронівна. Фізіологічні аспекти адаптації рослин *Carex hirta* L. до нафтового забруднення: Дис. канд. біол. наук: 03.00.12 / Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Львів, 2007. – 149 с.

8. Никифорова Е.М., Солнцева Н.П., Кабанова Н.В. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под воздействием нефти / В сб.: Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – М.: Наука, 1987. – С. 241–253.

9. Андресон Р.К., Мукатанов А.Х., Бойко Т.Ф. Экологические последствия загрязнения почв нефтью // Экология. – 1980. – № 6. – С. 21–25.

10. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004. – 266 с.

11. Сельское хозяйство. Большой энциклопедический словарь / Редкол.: В.К. Месяц (гл. ред.) и др. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 286 с.

12. Частная селекция полевых культур / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, Т.И. Хупация и др. – М.: Колос, 2005. – С. 526–530.

13. Якушевский Е.О. Сорго. Мировое сортовое разнообразие сорго и пути его селекционного использования в СССР, в сборнике: Сорго в южных и юго-восточных районах, М.: Наука, 1967.

14. Стольберг Ф.В. Фитотехнологии для Украины // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – Харьков, 2007. – С.13–23.

POTENTIAL USE OF PLANTS IS FITOMEREDIANOV TO PROTECT THE SOIL POLTAVA REGION FROM THE OBJECTS OF THE INDUSTRIAL COMPLEX.

R. Bulawenko

Poltava National Technical Universitet name of Juri Kondratyuk

vul. Pershotrawnevy 24, Poltava, 36011, Ukraine E-mail: ruslanablv@gmail.com

Analysed researches and publications on application of fitotekhnologiy, in particular methods of fitomeridicaii for providing of ecological safety at activity of naftopromislovogo complex, namely for cleaning of soils from oil and naftoproduktiv.

The processes of fitoremediacii, its kinds, values and possibility of the use, are studied for cleaning of soils of the Poltava area. Resulted list of agricultural and other plants-fitomeredianti, which can be recommended for application on soils of Poltavschini, muddy oil and naftoproduktami.

Key words: fitoremediaciya, oil, naftoprodukti, ecological safety, plants-fitomeridianti.

REFERENCES

1. Krasevich Y.N. Bases selektsii mikroorganizmiv scho utilizuyut sintetichni organichni spoluki. – Moscow: Nauka, 1982. – PP. 40–52. [in Ukrainian]

2. Pиковsky Y.I., Gennadiev A. N., Chernyansky S.S., Sakharov G.N. Problem diagnosis and regulation of soil contamination by oil and oil // Soil Science. - 2003. – № 9. – PP. 1132–1140. [in Russian]

3. Kvesitadze G.I., Hatisashvili G.A., Sadunishvili T.A., Cvsstigneeva V.G. Metabolism of anthropogenic toxicants in higher plants. – M.: Science, 2005. – PP. 63–75, 142–161. [in Russian]

4. Ugrekhelidze D.Sh. Metabolism of exogenous alkanov and aromatic hydrocarbons in plants. – Tbilisi: Mecniereba, 1976. – P. 105–107, 116–121. [in Russian]

5. Tumajkina Y. A., Turkovskaâ O.V., Ignatov V.V. Degradation of hydrocarbons and their derivatives of plant-based Association mikrobnoû Canadian elodei //Applied Biochemistry and microbiology. - 2008. – T. 44. – № 4. – P. 422–429. [in Ukrainian]

6. Goldfein M.D. Some features of bioindication organic aromatics // Collection of scientific "Works of the modern world, nature and man ". – 2009. – Vol. 1, ISS. 1. – p. 107–108. [in Russian]

7. Dzhura Natalia Mironivna. Physiological adaptation of plant Carex hirta l. to oil pollution: DIS. Kanda. Biol. Science: 03.00.12/Lviv national UN-t. Ivan Franko. – L., 2007. – 149p. [in Ukrainian]

8. Nikiforova E.M., Solntsev N.P., Kabanova N.V. Geochemical transformation of sod-podzolic soils

under the influence of oil // The influence of industry on the environment. – M.: Nauka, 1987. – PP. 241–253. [in Russian]

9. Anderson R.C., Mukatanov A.H., Boiko T.F. Environmental effects of soil pollution by oil // Èkologiâ. – 1980. – № 6. – PP. 21–25. [in Russian]

10. Opekunova M.g. Bioindikaciâ contamination: A training manual. Spb.: Ìzd in St. Petersburg. University Press, 2004 – 266p. [in Russian]

11. Agriculture. Dictionary.com / Editorial board: V.K. Month (eds.), etc. – M.: The great Russian encyclopedia, 1998. – 286p. [in Russian]

12. Private breeding field crops /V.V. Pyl'nev, Y.B. Konovalov, T.I. Hupaciâ, etc. – M.: Kolos, 2005. – PP. 526–530. [in Russian]

13. Yakushewsci E.O. Sorghum. Global varietal diversity of sorghum and its utilization in breeding, collection: Sorghum in southern and South-Eastern regions, M.: Nauka, 1967. [in Russian]

14. Stolberg F.V. Phytotechnologies for Ukraine // Saving energy, energy, energy audit. – Kharkov, 2007. – PP. 13–23. [in Russian]

Стаття рекомендована до друку д.х.н., проф. Підліснюк В.В.