

О.М. Шульга<sup>1</sup>, Р.І. Вільданова-Марцишин<sup>1</sup>, Н.С. Щеглова<sup>1</sup>,  
О.В. Карпенко<sup>1</sup>, Н.Б. Мартинюк<sup>1</sup>, В.П. Новіков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Відділення фізико-хімії горючих копалин,  
Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка  
НАН України,

<sup>2</sup>Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології біологічно активних сполук, фармацевції та біотехнології

## ВИВЧЕННЯ РОСЛИННОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЗАБРУДНЕНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У МЕТОДАХ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ

© Шульга О.М., Вільданова-Марцишин Р.І., Щеглова Н.С., Карпенко О.В., Мартинюк Н.Б.,  
Новіков В.П., 2008

**Проведено геоботанічні моніторингові дослідження флори п’яти об’єктів західного регіону України, що забруднені нафтопродуктами. На основі морфологічних характеристик, ідентифікації типових представників рослинності, а також порівняльного аналізу з літературними даними встановлено закономірності для різних географічних районів Європи. Відібрані види нафтодолерантних дикоростучих і культурних рослин можуть бути рекомендовані для використання у методах фітореємедіації нафтозабруднених ґрунтів України.**

**Geobotanical monitoring investigations of flora of five oil contaminated objects of Western region of Ukraine were carried out. The regularities for various geographical regions of Europe were determined based on morphologic characteristics, identification of typical specimens of vegetation as well as comparative analysis with literary data. The selected specimens of petroleum-tolerant wild and cultivated plants can be recommended for application in methods of phytoremediation of petroleum contaminated soils of Ukraine.**

**Постановка проблеми та її зв’язок з важливими науковими питаннями.** Під час видобутку, транспортування, перероблення й зберіганні нафти і її похідних відбувається забруднення довкілля нафтовими вуглеводнями. Негативні наслідки забруднення цими органічними речовинами проявляються в усіх компонентах екосистеми, особливо у ґрунтах. Як правило, родючість ґрунтів, забруднених нафтою й продуктами її переробки, значно знижується, що вимагає проведення рекультиваційних заходів. У цьому зв’язку є цікавою оцінка можливості самовідновлення ґрунту й розроблення рекомендацій з інтенсифікації цього процесу залежно від рівня забруднення нафтою, зокрема й з використанням методів фітореємедіації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нафта проявляє контактну гербіцидну дію, ушкоджує тільки ті частини рослин, які безпосередньо забруднені нафтою. Відмирання багатолітників відбувається після забруднення кореневищ, які щорічно відновлюються. Збереження живого надґрунтового покриву визначається глибиною проникнення нафти й глибиною розміщення в ґрунті органів вегетативного розмноження рослин.

Дослідження, які виконані в підзонах північної й середньої тайги Західного Сибіру в Тюменській області (Росія), показали, що після зниження стійкості до нафтового забруднення лісові рослини утворюють такий ряд: куничник ланцетний й пурпурний, осока куляста, канаркова трава, хвощ лісовий, багно звичайне, куничник наземний, брусниця, зніт болотний, плеврозій Шребера, іван-чай, морощка, ліннея північна. З болотних рослин є високонафтодолерантними: рогоз, осоки гостра, річкова і сірувата, очерет звичайний, меншою мірою пухівка багатоквіткова, сфагнуми [6, 10, 13].

У живому надґрунтовому покриві дуже швидко відновлюються трави. Як піонерські види на старих розливах зустрічаються рогаз, ситник жаб'ячий, осока, частуха, ситняг, очерети, кунічніки, зніт болотний, іван-чай, пухівка [10, 13].

За повного забруднення лісової підстилки (5 л/м<sup>2</sup>) разом з мохами й лишайниками сильно зріджені зарості брусниці й чорниці. Осока куляста й хвощі, у яких кореневища перебувають у мінеральному горизонті, зазвичай позбавляються від ушкоджень на другий рік. А вже через три роки покриття ґрунту осокою в півтора рази перевищувало вихідне [10].

Свіжа нафта високотоксична для сходів деревних порід. Гранично допустимими концентраціями сирої нафти в піщаному субстраті є 1–2 %. Після зниження стійкості проростків деревні рослини утворюють такий ряд: береза бородавчаста, кедр сибірський, сосна звичайна, смерека сибірська, ялиця сибірська, модрина Сукачева й сибірська [6, 13].

В експериментах, проведених Башкирським державним університетом (Росія) [7, 14–16], на ділянках після штучного забруднення нафтою, встановлено, що рослинність була знищена повністю. За рік на ділянках з'явилися одиничні екземпляри багаторічних рослин. Найрозповсюдженішим серед них був деревій звичайний (*A. millefolium*) (30 % від усіх видів рослин), на другому місці перстач неблискучий (*P. impolita*) (22 %). Набагато менше були розповсюджені суніця зелена (*F. viridis*), родовик лікарський (*S. officinalis*) і підмаренник справжній (*G. verum*) – 10 %. Ці багаторічні рослини завдяки потужній кореневій системі, розташованій за межами розливу нафти, через рік дали пагони на плямах забруднення.

Аналіз стану шламонакопичувачів території лісового масиву Апшеронського району Краснодарського краю Росії (на висоті близько 500 метрів над рівнем моря) показав, що в безпосередній близькості від нього видовий склад рослинності був дуже збідненим. Деревинно-чагарникові насадження були пригнічені, що, імовірно, пов'язано із проникненням нафти вглиб ґрунту. Трав'янистий покрив з пирію, деревію, будяка, вики, пасльону був рясним без ознак пригнічення розвитку рослин [8, 17–19].

Дослідження аварійних розливів нафти на торф'яних покладах Ханті-Мансійського автономного округу показав, що 97 % усієї нафти перебуває в 5-сантиметровому аерованому шарі ґрунту. Для болотних рослин був характерним ряд загальних морфологічних ознак: усі вони багаторічні; мають довге розгалужене кореневище, добре пристосоване до перебування в умовах недостатньої аерації; мають переважно вегетативне розмноження з розташуванням зимуючих органів із бруньками під поверхнею субстрату [9, 20]. Це вказує на перспективу використання цих рослин у фітореMediaції на заболочених місцевостях.

Перспектива використання бобових рослин показана авторами [11], що пропонують технологію ремедіації на основі рослини еспарцет. Еспарцет (*Onobrychis*) є аборигенною для території Татарсько-Шатрашанського родовища нафти багаторічною рослиною сімейства бобових, що має розвинуту кореневу систему. Вирощування еспарцету на забрудненому вуглеводнями ґрунті стимулювало ріст чисельності гетеротрофних і вуглеводеньокиснювальних мікроорганізмів.

Встановлено, що люцерна посівна (*Medicago sativa*), а також очерет південний (*Phragmites australis*) інтенсифікували процес деструкції вуглеводнів, особливо поліциклічних [12]. Порівняльний аналіз мікрофлори забрудненого ґрунту з рослинами та за їх відсутності показав, що рослини стимулювали розвиток гетеротрофних мікроорганізмів.

**Мета роботи** – вивчити рослинне розмаїття нафтозабруднених територій західних регіонів України і відбір найперспективніших видів рослин для використання в сучасних методах фітореMediaції.

**Результати та їх обговорення.** З метою дослідження рослинного розмаїття нафтозабруднених об'єктів Західної України нами проведені моніторингові роботи на таких забруднених територіях:

1. Шламонакопичувач-сепаратор оборотної води процесу підвищення пластового тиску (ППТ) родовища “Уличне” (с. Уличне, Стрийський район, Львівська обл.).

2. Території земляних нафтошламонакопичувачів із застарілими відходами нафтопродуктів, родовища “Уличне”.

3. Територія, що прилягає до бурової вишки родовища нафти “Зимовки” (с. Уличне, Стрийського району, Львівської обл.).

4. Території НГДУ “Долинанафтогаз” (м. Долина, Івано-Франківська обл.):

а) земляні облямівки амбарів-накопичувачів відходів основного процесу нафтовидобутку;

б) нафтозабруднені території в районі бурової вишки № 3.

5. Територія залізничного полотна в районі головного залізничного вокзалу м. Львова.

На обстежених територіях відібрано 44 зразка рослин з ділянок із значним забрудненням нафтопродуктами. Визначення видової належності рослин проводилось із використанням визначників рослин та довідникової літератури [1–5]. Проведено оцінку та морфологічний аналіз ступеня інгібування росту рослин під дією нафтопродуктів.

Проведені дослідження показали подібність видового складу рослин, здатних рости на нафтозабрудненому ґрунті. Так, рослини поблизу шламонакопичувача-сепаратора оборотної води від ППД (родовище нафти “Уличне”) були подані такими видами: кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), ситник ниткоподібний (*Juncus filiformis* L.).

На території бурової вишки родовища нафти “Зимовки” трав’янисте покриття було більш різноманітним і, крім вищевказаних, зустрічалися мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.), подорожник великий (*Plantago major* L.), гірчак звичайний (*Polygonum aviculare* L.), бобові рослини – лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.) і конюшина біла повзуча (*Trifolium repens* L.), а також суниця лісова (*Fragaria vesca* L.), герань Робертова (*Geranium robertianum* L.) і кропива дводомна (*Urtica dioica* L.). Мати-й-мачуха та пирій повзучий характеризувалися мінімальними ознаками інгібування.

На третій ділянці (нафтові амбари із застарілими забрудненнями на родовищі “Уличне”), яка характеризується меншим вмістом нафтових забруднень, спостерігається більша видова різноманітність рослинного покриття: рогоз широколистий (*Typha latifolia* L.), жовтець повзучий (*Ranunculus repens* L.), золотушник звичайний (*Solidago vigeurea* L.), мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.), частуха дорожня (*Alisma plantago-aquatica* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.), ситник розлогий (*Juncus effusus* L.); бобові рослини лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), конюшина біла (*Trifolium repens* L.), а також представник мохів – плевроцій Шребера (*Pleurocium Sherberga*). Найчастіше зустрічалися лядвенець рогатий, мати-й-мачуха й перстач гусячий.

На території НГДУ “Долинанафтогаз” виявлена висока толерантність до нафтових забруднень осоки берегової (*Carex riparia* Curt.), празелені звичайної (*Lapsana communis* L.), моркви дикої (*Daucus carota* L.), лядвенцю рогатого (*Lotus corniculatus* L.), вербозілля лучного (*Lysimachia nummularia* L.), конюшини лугової, червоної (*Trifolium pratense* L.), щитника чоловічого (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott., *Aspidium filix mas* Sw.).

Видовий склад рослин на території залізничного полотна в районі Головного залізничного вокзалу міста Львова дещо відрізняється. Так, найчастіше зустрічаються такі рослини: хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), горець пташиний, або спориш, (*Polygonum aviculare* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Waldst. Et Kit.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), водяний хрін лісовий (*Rorippa sylvestris* (L.) Bess.), ромашка продірявлена, непахуча (*Matricaria perforata* Merat.), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.).

Порівняння видового складу рослин, що зустрічаються на досліджених нами нафтозабруднених ділянках, з літературними даними показує, що найширше розповсюдженими нафто-толерантними рослинами є представники таких видів: пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), конюшина біла повзуча (*Trifolium repens* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.).

Різниця у видовому складі рослин вивчених об’єктів, а також їхні морфологічні особливості можна пояснити декількома факторами: ступенем забруднення ґрунту, хімічним складом

(співвідношенням фракцій нафтопродуктів), ступенем сорбції вуглеводнів на ґрунті, взаємозв'язками в екосистемах рослини – мікроорганізми.

Для вибору перспективних рослин для процесів фіторе mediaції була проведена візуальна оцінка їх здатності до росту на нафтозабрудненому ґрунті без ознак пригнічення росту. Враховувалися морфологічні особливості рослин – дуже розвинена коренева система, яка здатна проникати глибоко у ґрунт. Найперспективнішими з них визнані такі рослини: пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), а також бобові рослини: лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.) і конюшина біла, повзуча (*Trifolium repens* L.). Заслужують на увагу й подальше дослідження також хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.), горець пташиний, або спориш (*Polygonum aviculare* L.). Вибрані нами види нафтоотолерантних рослин можуть бути рекомендовані до використання в методах фіторе mediaції.

**Висновки:** 1. Проведено геоботанічний моніторинг, морфологічні дослідження та ідентифікацію рослин п'яти нафтозабруднених ділянок західного регіону України.

2. Порівняльний аналіз результатів ідентифікації відібраних рослин і літературних даних дав змогу встановити подібність видового складу рослин на різних нафтозабруднених територіях.

3. Перспективними для використання в методах фіторе mediaції визначені такі представники флори нафтозабруднених територій: пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), конюшина біла, повзуча (*Trifolium repens* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.), осот жовтий, польовий (*Sonchus arvensis* L.) і горець пташиний, або спориш (*Polygonum aviculare* L.).

4. Відібрані види нафтоотолерантних дикоростучих рослин можуть бути рекомендовані для використання в сучасних методах фіторе mediaції на забруднених територіях України.

#### **Дослідження виконані в рамках проекту УНТЦ 3494.**

1. Добрачаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н., и др. *Определитель высших растений Украины*. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с. 2. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Андриенко Т.Л., Краснова А.Н., Морозюк С.С. *Определитель основных растений кормовых угодий Украинской ССР / Под ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко*. – К.: Урожай, 1980. – 212 с. 3. *Определитель растений лесов Украины / Под ред. А.Л. Бельгарда*. – К.: Вища шк., 1984. – 343 с. 4. Веселовський І.В., Лисенко А.К., Манько Ю.П. *Атлас – визначник бур'янів*. – К.: Урожай, 1988. – 72 с. 5. Дмитриева С.И., Иголиков В.Г., Конюшков Н.С., Раменская В.М. *Растения сенокосов и пастбищ*. – М.: Колос, 1982. – 248 с. 6. Чижев Б.Е., Захаров А.И., Гаркунов Г.А. *Деградационно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири*. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. – Вып. 6. – С. 160–172. 7. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Кузьяхметов Г.Г. *Рост и развитие сорных растений в условиях техногенного загрязнения почвы // Вестн. Башкир. ун-та*. – Уфа, 2001. – № 1. – С. 32–34. 8. Киреева Н.А., Кузьяхметов Г.Г., Мифтахова А.М., Водопьянов В.В. *Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв*. – Уфа, 2003. – 265 с. 9. Мифтахова А.М. *Прямое и трансбиотическое влияние нефтяного загрязнения почв на высшие растения: Автореф. дис. ...канд. биол. наук*. – Уфа, 2002. – 17 с. 10. Захаров А.И., Гаркунов Г.А., Чижев Б.Е. *Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири*. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. – Вып. 6. – С. 149–160. 11. Гафарова, С.К., Зарипова Е.В. *Влияние цеолитсодержащей породы и эспарцета на биологические параметры выщелоченного чернозема, загрязненного смесью углеводов // Вестн. СамГУ. Сер. Естественная наука*. – 2005. – № 6(40). 12. Муратова А.Ю., Турковская О.В., Хюбнер Т., Кушк П. *Использование люцерны и тростника для фиторе mediaции загрязненного углеводородами грунта // Прикладная биохимия и микробиология*. – 2008. – Т. 39, № 6. – С. 681–689. 13. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. *Влияние нефтяного*

загрязнения на лесные биогеоценозы // *Материалы I Всесоюз. конф. "Экология нефтегазового комплекса"*. – М., 1989. – Вып. I, ч. 2. – С. 180–191. 14. Киреева Н.А., Кузяхметов Г.Г., Мифтахова А.М., Водопьянов В.В. *Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв*. – Уфа, 2003. – 265 с. 15. Мифтахова А.М. *Прямое и трансбиотическое влияние нефтяного загрязнения почв на высшие растения: Автореф. дис. ...канд. биол. наук*. – Уфа, 2002. – 17 с. 16. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Кузяхметов Г.Г. *Рост и развитие сорных растений в условиях техногенного загрязнения почвы* // *Вестн. Башкир. ун-та*. – Уфа, 2001. – № 1. – С. 32–34. 17. Козицкая Ю.Н. *Изменение физико-химического состава почв и грунтовых вод вблизи шламовых амбаров* / Ю.Н. Козицкая, И.Л. Москвина, К.И. Лопатин и др. *Экологические проблемы промышленных регионов: Матер. Всерос. конф.* – Екатеринбург, 2004. – С. 187–189. 18. Максименко А.П. *Преимущества фиторемедиации почвы, загрязненной нефтью, перед другими способами очистки почвы* / А.П. Максименко, В.А. Герш // *Наука и образование на службе лесного комплекса (к 78-летию ВГЛТА): Материалы междунар. науч.-практ. конф., 26–28 октября 2005 г.* – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – Т. 1. – С. 121–123. 19. Максименко А.П. *Защита лесных фитоценозов от загрязнения нефтью* / А.П. Максименко, В.А. Герш // *Фитосанитарное оздоровление экосистем: Материалы II Всерос. съезда по защите раст.* – СПб., 5–10 дек. 2005. – Т. II. – С. 539–541. 20. Карасева Э.В., Гирич И.Е., Худокормов А.А., Алешина Н.Ю., Карасев С.Г. *Биоремедиация черноземной почвы, загрязненной нефтью* // *Биотехнология*. – 2005. – № 2.