

УДК 502.5:(665.7:556.388)(477)

**ОСОБЛИВОСТІ ПРИРОДНОГО САМООЧИЩЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД НАФТОПРОДУКТІВ
THE FEATURES OF NATURAL PURIFICATION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT FROM OIL PRODUCTS**

**О.І. Логвиненко, А.В. Єдинач
Olha I. Lohvynenko, AnnaV. Yedynach**

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601 (lohvynenko.olha@gmail.com)

Масштаби та тривалість забруднення геологічного середовища нафтопродуктами ставить необхідність його очищення на перше місце в низці екологічних проблем України. Особливість полягає в тому, що зв'язаний ґрунтом нафтопродукт, який залишився в місті його попереднього накопичення, є таким само екологічно небезпечним, як і той, що перебував у вільній формі. Очищення геологічного розрізу в межах зони аерації, де неможливе запровадження технічних заходів, може бути пов'язане лише з діяльністю мікроорганізмів, переважно мікроміцетної флори, що має свої особливості знаходження і життєдіяльності в залежності від глибини, рівня забрудненості, умов аеробності та інших факторів. Дослідження проводились на території ДП «Міжнародний аеропорт Бориспіль». Були відібрані зразки ґрунту з забруднених і незабруднених ділянок, зроблено кількісний аналіз вмісту нафтопродуктів у ґрунтах.

Ключові слова: вуглеводні, нафтопродукти, мікроорганізми, біодеградація, забруднення ґрунтів.

Taking into consideration the scope and duration of environment pollution by oil products, the necessity and objectives of cleaning are the main link of the ecological problems in Ukraine. The feature is that oil products restricted in soil at the initial accumulation place is even dangerous as free oil product. Cleaning of the geological environment within the vadose zone, where it is impossible to use engineering techniques, can only be associated with the activity of microorganisms mainly mikromitscety flora whose the features of location and vital activity depend on the depth, the level of contamination, aerobic conditions, etc.

Keywords: hydrocarbons, oil products, microorganisms, biodegradation, soil contamination.

ВСТУП

Однією з нагальних екологічних проблем сучасного світу є нафтопродуктове забруднення. Насамперед це стосується ґрунтів і ґрунтових вод, які слугують осередками довготривалого негативного впливу на екологічний стан середовища і здоров'я населення. Очищення і подальша реабілітація забруднених нафтопродуктами (НП) територій є одним з пріоритетних напрямів геоекологічної діяльності в багатьох країнах світу і, зокрема, в Україні.

Через високе навантаження потенційними (здебільшого реально існуючими) об'єктами-джерелами нафтохімічного забруднення в Україні склалася дуже негативна екологічна ситуація.

Одними із найнебезпечніших об'єктів-забруднювачів є аеродроми, на яких втрати НП постійні і утворюють значні по площі розповсюдження та за об'ємами нафтопродуктові забруднення.

Для очищення забруднених територій від НП найбільше використовується відкачування мобільних НП. Але залишковий НП, становить таку ж саму загрозу середовищу, як і вільний.

Суттєву роль в трансформації НП має біодеградація. В природі широко розповсюджені мікроорганізми, здатні розкласти вуглеводневі

сполуки і очищати природні об'єкти від НП. Серед груп мікроорганізмів в умовах забруднення ґрунтів НП, особливий інтерес становлять мікроорганізми, що окиснюють вуглеводні (МОВ). МОВ – неспецифічна група ґрунтових мікроорганізмів, здатних використовувати вуглеводень як джерело вуглецю та енергії.

ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДҐРУНТЯ ТА МЕТОДОЛОГІЯ

На підставі попередніх досліджень вважається, що слабе забруднення може бути ліквідовано в процесі самоочищення ґрунту в найближчі два – три роки, середнє – протягом чотирьох – п'яти років. Початком серйозних екологічних втрат є забруднення ґрунту нафтою в концентраціях, що перевищують 13 г/кг, оскільки при цих концентраціях починається міграція НП у ґрунтові води, істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі (Бабаджанова, Гринчишин, 2011).

Навіть незначне забруднення нафтою викликає зниження кількості мікроорганізмів. Нафта зменшує аерацію ґрунту і мікробне самоочищення, змінює співвідношення між окремими групами природних мікроорганізмів, пригнічує процеси азотфіксації, нітрифікації, призводить до на-

копичення складно окислювальних продуктів. При вмісті нафти та нафтопродуктів 4-5% (40-50 тис. мг/кг) знижується активність окислювально-відновлювальних та гідролітичних ферментів, що спричиняє пригнічення ґрунтової мікрофлори і майже припинення процесів самоочищення. При даному рівні забруднення помітної активності вуглеводеньокислюючої мікрофлори не спостерігається навіть через рік. Даний рівень забруднення є критичним, і тому необхідно використовувати спеціальні агротехнічні і агрохімічні прийоми із стимулювання біологічної активності ґрунту (внесення добрив NPK, штучна аерація, фітомеліорація тощо). При менших рівнях забруднення ефект зниження біологічної продуктивності ґрунту триває три – шість місяців. Після цього спостерігається посилене розмноження бактерій, які використовують нафту і НП як джерело вуглецю та енергії, що призводить до поступового окиснення і мінералізації нафти (Куликова, 2008).

Мікроорганізми, що деградують нафту і НП є звичайними представниками біоценозів водойм і ґрунтів. Серед грибів – це *Aspergillus*, *Penicillium*, *Streptomyces*, *Actinomycor*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*. Мікроскопічні гриби (мікроміцети) є одним з найважливіших за своїми функціями компонентів ґрунтової біоти. Серед забруднених ґрунтів виділяються гриби роду *Penicillium*. Друге місце посідають представники роду *Aspergillus*. В сильно забрудненому ґрунті домінують види *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus terreus*, *Penicillium janthinellum*. Присутність нафти у ґрунті стимулює зростання *Penicillium martensii*, *Penicillium cuclopium*, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium biforme*, *Penicillium lanosum* (Марфенина, 2005).

Серед груп мікроорганізмів за умов забруднення ґрунтів вуглеводнями (ВВ) особливий інтерес становлять вуглеводеньокислюючі мікроорганізми (ВОМ). ВОМ – неспецифічна група ґрунтових мікроорганізмів, здатних використовувати ВВ в якості джерела вуглецю та енергії. Серед міцелярних грибів – це роди *Cunninghamella*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Clabosporium*.

Клітини цих мікроорганізмів містять до 40% ліпідів, більша частина яких сконцентрована в клітинній стінці. Ліпіди клітинної стінки ВОМ не тільки забезпечують прямий контакт з ВВ, але й впливають на солюбілізацію субстрату, що надходить. ВОМ поділять на три групи, які: 1) розкладають на н-алкани; 2) окислюють ароматичні ВВ; 3) активні по відношенню до ізоалканів і, очевидно, до більшості інших ВВ.

У численних роботах показано, що чисельність ВОМ зростає при забрудненні ґрунту нафтою на 1-3 порядки в порівнянні з не забрудненим.

Забруднення ВВ призводить до посилення токсичності ґрунтів, що зумовлено як дією самих ВВ, так і перерозподілом у комплексі основних груп ґрунтових мікроорганізмів на користь токсичних видів, а також стимуляцією утворення фітотоксинів спороутворюючими мікроорганізмами. Це може відігравати роль додаткового фактора, що спричиняє високу токсичність забрудненого ґрунту.

Мікроміцети, яким належить особлива роль у функціонуванні ґрунтового мікробіоценозу, активно реагують на зміни, що відбуваються в ґрунті під дією нафти та її компонентів. Як вітчизняними, так і зарубіжними дослідниками показано, що мікроміцети можуть бути використані в якості біологічних індикаторів забруднення ґрунту. Високий рівень забруднення формує нові, не типові для даних ґрунтів комплекси, в яких зазвичай домінують види з фітотоксичними властивостями.

При забрудненні ґрунтів нафтою і НП в концентрації 0,5-6% спостерігається збільшення числа домінуючих і частих видів у порівнянні з контрольними (не забрудненими) ґрунтами, а при більш високих дозах забруднювача трапляються рідкісні і випадкові види.

В цілому, нафтові вуглеводні стимулюють розвиток певних видів грибів. У нафтозабруднених ґрунтах відбувається зміна видового різноманіття в комплексі мікроміцетів, що призводить до збільшення чисельності токсиноутворюючих.

Згідно із сучасними даними, мікроорганізми, здатні до деструкції НП, широко розповсюджені в оточуючому середовищі і чисельність їх залежить від кліматичних умов, типу ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та ін. Серед груп мікроорганізмів в умовах забруднення ґрунтів НП особливої уваги заслуговують ВОМ.

В цілому, існує багато методів вилучення НП. Вибір методу очищення залежить від розмірів забруднення, гідрогеологічних умов і від того, в якому стані знаходиться забруднювач. При неглибокому заляганні і невеликій за розміром плямі забруднення його можна ліквідувати екскаватором забрудненого ґрунту.

Для видалення НП із слабопроникних ґрунтів зони аерації можна використовувати ефект капілярного відведення по похилому контакту суглинного шару і підстиляючого піщаного прошарку.

Відкачування застосовується для видалення мобільних легких нафтопродуктів (ЛНП) із ліній.

Типову схему біологічного очищення можна представити таким чином. Спочатку видаляються рухливі ЛНП, після чого проводяться лабораторні експерименти для оцінювання стійкості залишкових забруднень щодо бактерій, які розвиваються в природних умовах. Потім у зону, яка очищається, подається суміш кисню і поживних речовин для стимулювання росту мікроорганізмів.

За умов, що зазначені вище, складно застосувати штучні мікробіологічні підходи, які поширені в аграрній практиці і ґрунтуються на використанні певних штамів мікроорганізмів, переважно грибів у комплексі із мульчею, добривами, культуртехнікою тощо. Варто розраховувати на позитивну роботу природних видів, що існують на різних глибинах, в чистому і забрудненому середовищі, в різних за складом і водно-фізичними властивостями ґрунтах.

ФАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Для вивчення особливостей знаходження, видового складу та розвитку мікроміцетів у забрудненому НП ґрунтовому профілі на території складу паливно мастильних матеріалів (ПММ) у межах ДП «Міжнародний аеропорт «Бориспіль»» відібрано зразки ґрунту з забруднених і не забруднених шарів на різних ділянках із різної глибини їх залягання.

Св. 4м знаходиться в центральній частині осередку забруднення – на ділянці розташування основних джерел втрат НП. Розкрита частина геологічного розрізу глибиною до 6,0 м забруднена НП. У свердловині фіксується шар рідких НП, товщиною від 0,6 до 1,1 м за період моніторингу. Із свердловини відібрано три зразки із глибин 0,1; 2,0 (зона аерації) та 4,0 м (насичена зона).

Св. 21м розташована в північній частині складу ПММ. Зона забруднення приурочена до інтервалу коливання рівня ґрунтових вод (РГВ) – 2,2-4,3 м. Вірогідно, що забруднення на дану ділянку розповсюдилось в латеральному напрямку. Із свердловини відібрано два зразки із глибин 0,1 та 1,0 м (зона аерації) із візуально не забруднених відкладів.

Св. 25м розміщена в верх за потоком ґрунтових вод від встановленого осередку забруднення, поза його межами, на західній границі складу ПММ. Із свердловини відібрано зразок ґрунту із глибини 3,7 м, що на 0,5 м вище РГВ (зона майже повної насиченості).

Визначення знаходження грибних культур проведено в лабораторії Інституту мікробіології та

вірусології НАН України ім. Д.К. Заболотного.

Дані визначень знаходження грибних культур в отриманих зразках ґрунту свідчать про різноманітність їх форм як за наявністю, так і за домінуванням у залежності від рівня забрудненості, глибини відбору, літології, обводненості (табл. 1).

Так, у шарі ґрунту до 0,1 м спостерігається повний незбіг штамів на не забруднених і забруднених ґрунтах. У першому випадку домінуючі види грибів складають групу з *Mortierella alpina Peyronel*, *Trichoderma virens Miller*, *Trichoderma koningi Oudem*, у другому – домінуючими є гриби родів *Paecilomyces* та *Aspergillus* (чотири види). Останні види грибів належать до ВОМ. Різноманіття представників *Aspergillus* свідчить про давнє забруднення, оскільки, виходячи з літературних джерел, забруднення ВВ у часі призводить до змін видової структури, а високий рівень забруднення формує нові, не типові для даних ґрунтів комплекси, в яких зазвичай домінують види з фітотоксичними властивостями, якими і є гриби *Aspergillus* (Долматова, 2015; Марфенина, 2005). Показник КУО (кількість утворюючих одиниць) для забрудненого ґрунту значно вищий (11,0 тис. од./г при вмісті НП=884,48 мг/кг) ніж для незабрудненого (3,75 тис. од./г при вмісті НП=475,61 мг/кг) (табл. 2).

Аналогічний незбіг маємо і на значній глибині за умов послабленої аерації, близьких до анаеробних. Для не забрудненого ґрунту на глибині 3,7 м домінуючими є гриби виду *Fusarium*, а для забрудненого з глибини 4,0 м – *Cladosporium* та *Scolecobusidium*. Як і в попередньому випадку, показник КУО для забрудненого ґрунту значно вищий (12,5 тис. од./г при вмісті НП=844,85 мг/кг), ніж для не забрудненого (2,7 тис. од./г при вмісті НП < 0,01 мг/кг).

Подібна тенденція спостерігається і для проміжних глибин. Не забруднений ґрунт з глибини 1,0 м має збіднений видовий склад грибів з низьким рівнем їх вмісту 10-20% і відповідним значенням КУО – 1,6 тис.од/г при вмісті НП=270,99 мг/кг. Забруднений ґрунт з глибини 2,0 м вміщує більше різновидів грибів із домінуючим видом – *Pseudallescheria* та показником КУО – 7,9 тис. од/г при вмісті НП=1084,1 мг/кг (табл. 2).

У зразках, відібраних із св.21 м на глибині 0,1 та 1,0 м, спостерігається наявність в незначній кількості 10-20% грибів виду *Penecillium*, які відносяться до ВОМ. Це може свідчити про незначне давнє забруднення, на що вказує і невелика наявність НП у ґрунті, хоча забруднення візуально не фіксується, і ґрунти відбирались як з не забудне-

ОСОБЛИВОСТІ ПРИРОДНОГО САМООЧИЩЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Таблиця 1. Види мікроорганізмів у ґрунтах складу ПММ
Table 1. Types of microorganisms in soil composition PPM

№з.п.	Вид гриба	Місце відбору/ глибина відбору, м					
		Св.21 / 0,1	Св.21 / 1,0	Св.4 / 0,1	Св.4 / 2,0	Св.4 / 4,0	Св.25 / 3,7
1	<i>Alternaria tenuissima</i> Niltshire						
2	<i>Aspergillus alliaceus</i> Th.et Church				++		
3	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres		+	+++			
4	<i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm			+++			
5	<i>Aspergillus parasiticus</i> Speare			+++			
6	<i>Aspergillus terreus</i>			+++	+		
7	<i>Chaetomium aureum</i> Chivers						
8	<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries					+++	+
9	<i>Cladosporium cladosporium</i>					+	
10	<i>Cladosporium macrocarpon</i>					++	
11	<i>Cladosporium herbarum</i> Lk ex Fr				++		
12	<i>Cylindrocarpon diatum</i> Wr.		+		++		
13	<i>Geotrichum candidum</i>			+			
14	<i>Gliocladium roseum</i> Bain	++			+		
15	<i>Fusarium avenaceum</i> Sacc.						++
16	<i>Fusarium moniliforme</i> Bilai					+	+++
17	<i>Fusarium solani</i> Sacc.				+	+	+++
18	<i>Fusarium sporotrichiella</i> Bilai						++
19	<i>Mortierella alpina</i> Peyronel	+++					
20	<i>Mortierella hidrophila</i> Linnemann		+				
21	<i>Monilia</i> (відсутнє спорування)			+	+		
22	<i>Mucor</i> sp.	+					
23	<i>Mycelia sterilia</i>						+
24	<i>Paecilomyces marquandi</i> Hughes			+++			
25	<i>Paecilomyces lilacinus</i> Sumson			++			
26	<i>Penicillium corylophyllum</i> Dierck	+	+			+	
27	<i>Penicillium corimbiferum</i> West		+				
28	<i>Penicillium godlenskii</i> Zal	+	+				
29	<i>Penicillium paxilli</i> Bain	+					
30	<i>Pseudallescheria bogdii</i> Ginnis				+++	+	
31	<i>Scolecobusidium macrosporium</i> Roy, Dw. et Mishra				++	+++	
32	<i>Syncephalostrum racemosus</i> Cohn et Schroter						+
33	<i>Trichoderma fertile</i> Bissett	++					
34	<i>Trichoderma virens</i> Miller, Giddens et Foster	+++					
35	<i>Trichoderma koningi</i> Oudem	+++					
36	<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss			+			

Примітка. Ідентифіковано 36 видів мікроорганізмів. «+» – вид трапляється в межах 10-20 % зразку; «+++» – вид трапляється в межах 50 % зразку; «++++» – вид домінує.

Таблиця 2. Кількість грибних мікроорганізмів у зразках ґрунтів
Table 2. Number of fish microorganisms in soil samples

№ з/п	Місце та глибина відбору, м	Характеристика зразка	КУО, тис. од./г ґрунту	Вміст НП, мг/кг
1	Св.21м, 0,1	Суглинок середній не забруднений	3,75	475,61
2	Св.21м., 1,0	Зона аерації, супісок легкий незабруднений.	1,60	270,99
3	Св.4м., 0,1	Насипний ґрунт, супісок твердий, давнє забруднення	11,00	844,48
4	Св.4м, 2,0	Зона аерації, супісок легкий забруднений	7,9	1084,1
5	Св.4м., 4,0	Насичена зона, супісок легкий забруднений	12,5	844,85
6	Св.25м, 3,7	Насичена зона, супісок легкий не забруднений	2,7	<0,01

них ділянок. У приповерхневому шарі 0,1 м спостерігається наявність НП у кількості 475,61 мг/кг, а на глибині 1,0 м концентрація НП знижується до 270 мг/кг. Можливо, відбувалось незначне забруднення з поверхні і потрапляння забруднення на глибину в результаті інфільтрації, на що вказує зменшення концентрації за глибиною. Ймовірно, забруднення було незначним і давнім за часом. Про це свідчить описана вище наявність в невеликій кількості грибів *Penecillium* (ВОМ), які представлені чотирма видами. Аналогічний склад грибів не спостерігається в жодному іншому зразку.

Із св.4 м зразки відбирались з глибини 0,1; 2,0 та 4,0 м. За наявності мікроорганізмів спостерігається повний незбіг штамів. На глибині 0,1 м домінуючими є гриби виду *Paecilomyces* та *Aspergillus* (чотири види) (табл. 1, табл. 3). На цій глибині відбувається забруднення ґрунтів з концентрацією 844,48 мг/кг і кількістю КУО 11 тис.од/г. На глибині 2,0 м домінуючими є гриби виду *Pseudallescheria bogdii Ginnis*, також трапляються представники

виду *Cladosporium*. Домінуючих видів грибів, що відносяться до ВОМ, на даній глибині не спостерігається, концентрація НП становить 1084,1 мг/кг, КУО – 7,9 тис.од/г. На глибині 4,0 м також не знайдені види грибів, що відносяться до ВОМ, виявлені види грибів не трапляються в інших зразках, відібраних за розрізом, концентрація НП сягає 844,85 мг/кг., КУО – 12,5 тис.од/г. За наявності визначених мікроорганізмів і концентрацією НП можна припустити, що забруднення з поверхні поступово спускалось на РГВ, а також відбувалось забруднення насиченої зони. Забруднення верхнього шару ґрунтів є давнім. Про це свідчить концентрація НП, яка нижча за концентрацію на глибині 2,0 м, а також наявність у домінуючій кількості видів грибів *Aspergillus*, що відносяться до ВОМ і не трапляються у такій кількості видів і домінуючому складі в жодному зразку. За літературними джерелами, високий рівень забруднення формує нові, не типові для даних ґрунтів комплекси. Це пояснює наявність указаних грибів лише в даному зразку. Можна припусти-

Таблиця 3. Порівняння домінуючих видів грибів у забруднених і незабруднених зразках ґрунту
Table 3. Comparison dominant fungi in contaminated and uncontaminated soil samples

Глибина відбору, м	Розвинуті види грибів у ґрунтах	Наявність грибів у ґрунтах	
		не забруднених	забруднених
0,1	<i>Mortierella alpine Peyronel</i>	Присутні	Відсутні
0,1	<i>Trichoderma virens Miller, Giddens et Foster</i>	»	»
0,1	<i>Trichoderma koningi Oudem</i>	»	»
0,1	<i>Aspergillus Fumigatus Fres</i>	Відсутні	Присутні
0,1	<i>Aspergillus ochraceus Wilhelm</i>	»	»
0,1	<i>Aspergillus Parasiticus Speare</i>	»	»
0,1	<i>Aspergillus terreus</i>	»	»
0,1	<i>Paecilomys marquandi Hughes</i>	»	»
1,0; 2,0	<i>Pseudallescheria bogdii Ginnis</i>	»	»
3,7	<i>Fusarium moniliforme Bilal</i>	Присутні	Відсутні
4,0	<i>Fusarium solani Sacc.</i>	»	»
4,0	<i>Cladosporium cladosporioides de Vries</i>	Відсутні	Присутні
4,0	<i>Scolecobusidium macrosporium Roy, Dw. Et Mishra</i>	»	»

ти, що початковий рівень забруднення був значно вищим за той, що спостерігається на глибині 2,0 м (1084,0 мг/кг). За тривалий час існування зменшення концентрації, можливо, відбувалось внаслідок інфільтрації, а також за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів, які здатні окиснювати і розкласти ВВ. Наявність у домінуючій кількості мікроорганізмів представників ВОМ, які не спостерігаються в жодному іншому зразку, високе значення КУО, зменшення концентрації забруднення у порівнянні зі зразком, відібраним з глибини 2,0 м, може свідчити про активну роль мікроорганізмів у процесах природного самоочищення ґрунтів. Високе забруднення ґрунтів на глибині 2,0 м, можна пояснити, відсутністю грибів, які належать до ВОМ і відносно невеликим значенням КУО 7,9 тис.од/г. На цій глибині в даних умовах не відбувається природне очищення за рахунок мікроорганізмів.

REFERENCES

Babadzhanov A.F., Hrynchyshyn N.M., 2011. Problems of soil contamination by petroleum products. Abstracts of II Intern. sci.-pract. conf.: «Techno security: Theory, practice and innovation» Lviv: Lvivskiy derzhavniy universitet bezpeki zhittediialnosti, 2011, pp. 35-36. (In Ukrainian).

Dolmatova E.S., 2015. Microorganisms in the soil refining, Somov Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, 24 p., available at: <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/10201.pdf> (In Russian).

Kulikova I.Y., 2008. Biodegradation of petroleum hydrocarbons. Evaluation of the activity of the strain PH. Myrsinacearum. Ecology and Industry of Russia (Ecologiya i promyshlennost Rossi), No 12, pp. 17-19. (In Russian).

Marfenina O.E., 2005. Anthropogenic ecology of soil fungi. Moscow, Medicina dlja vseh, 195 p. (In Russian).

ВИСНОВКИ

Аналізуючи отримані дані, можна попередньо констатувати таке.

– Основним лімітуючим фактором наявності певних видів грибів у ґрунті є глибина знаходження, що в певних інтервалах розрізу виключає або майже виключає їх збіг (повторення).

– Для забруднених і не забруднених ґрунтів на однакових глибинах відсутній збіг видових асоціацій грибів.

– Для забруднених НП ґрунтів характерна більша різноманітність домінуючих видів грибів при значно вищих, ніж для не забруднених, показниках КУО.

– Можна припустити, що певний рівень забруднення ґрунту стимулює активний розвиток певних видів грибів як в аеробних, так і близьких до анаеробних умовах.

Бабаджанова О.Ф. Проблеми забруднення ґрунту нафтопродуктами / О.Ф. Бабаджанова, Н.М. Гринчишин // Зб. тез II Міжнар. наук.-практ. конф. «Техногенна безпека: Теорія, практика, інновація». – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – С. 35-36.

Долматова Е.С. Микроорганизмы в почвенной нефтепереработке / Е.С. Долматова; НИИЭМ СО РАМН им. Г.П. Сомова. – Владивосток, 2015. – 24 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/10201.pdf>

Куликова И.Ю. Биодegradация нефтяных углеводородов. Оценка активности штамма PH. Myrsinacearum / И. Ю. Куликова // ЭКип: Экология и промышленность России. – 2008. – № 12. – С. 17-19.

Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О. Е. Марфенина. – М.: Медицина для всех, 2005. – 195 с.

Manuscript resived 17 November 2015;
revision accepted 2 February 2016

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна

О.И. Логвиненко, А.В. Единач

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНОГО САМООЧИЩЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Масштабы и продолжительность загрязнения геологической среды нефтепродуктами ставит необходимость ее очистки на первое место в ряду экологических проблем Украины. Особенность состоит в том, что связанный ґрунтом нефтепродукт, оставшийся в месте его первоначального накопления, является таким же экологически опасным, как и свободный. Очистка геологической среды в пределах зоны аэрации, где невозможно применение технических мероприятий, может быть связана только с деятельностью микроорганизмов, в основном микромицетной флоры, имеющей свои особенности нахождения и жизнедеятельности в зависимости от глубины, уровня загрязнения, условий аэробности и других факторов.

Ключевые слова: углеводороды, нефтепродукты, микроорганизмы, биодegradация, загрязнение ґрунтов.