

variation on a profile in different soil substrata. Dynamics of geostatistical characteristics in pedozem and chernozem essentially differs that is expressed in distinctions of the linear sizes of the morphological structures which are elements of heterogeneity. The concept soil ecomorphes as the caused environment of the structural form of development of soil has been proposed.

Keywords: *hardness of soil, chernozem, pedozem, recultivation, ecomorphes.*

УДК 631.427.22

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ҐРУНТІВ

М.Ю. Журавель¹, О.Є. Найдьонова², В.В. Яременко³

¹ТОВ «ПСНЦ Інтелект-сервіс Лтд», Харків, Україна

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна (*oxana-naudyonova@mail.ru*)

³Спільне підприємство «Полтавська газонафтова компанія», Полтава, Україна

Проведено дослідження з визначення агроекологічного стану ґрунту на території бурового майданчику нафтовидобувної свердловини, рекультивованого до 1994 р. Визначено параметри мікробіологічних показників фоновому ґрунту і ґрунту чотирьох точок поблизу свердловини з різними рівнями забруднення важкими металами та іншими компонентами бурового розчину. Надано порівняльну оцінку стану мікрофлори ґрунту в обраних точках за показниками чисельності, структури і функціонування мікробних ценозів. Встановлено відхилення більшості досліджуваних показників ґрунту в різних точках спостереження від фонових характеристик ґрунту в несприятливий бік, зниження біологічної активності. Показано доцільність використання комплексу найбільш інформативних біологічних показників для оцінювання якості рекультивації і стану рекультивованих ґрунтів, забруднених під час буріння нафтогазових свердловин у радянський період.

Ключові слова: *біологічні показники, мікробний ценоз ґрунту, рекультивовані ґрунти, ферментативна активність ґрунту, фітотоксична активність ґрунту.*

Вступ. Здійснення моніторингу ґрунтів з метою контролю якості рекультивації бурових майданчиків є необхідною складовою гарантування екологічної безпеки діяльності нафтогазовидобувних підприємств.

Чутливими індикаторами змін властивостей ґрунтів, що зазнали антропогенних навантажень, техногенного забруднення, зокрема, компонентами бурового розчину, важкими металами (ВМ), нафтою, тощо, є мікробіологічні показники. Вони першими реагують на забруднення і пов'язані з ним зміни хімічних, фізико-хімічних і фізичних властивостей ґрунту та адекватно відображують їх ступінь. Тому невід'ємною складовою екологічного моніторингу рекультивованих ґрунтів у місцях видобутку нафти і газу повинен бути мікробіологічний моніторинг.

Винятково висока інформативність мікробіологічних показників визначає необхідність їх застосування не лише під час оцінювання стану ґрунтів, забруднених нафтопродуктами та супутніми поліюантами, а й задля встановлення ефективності рекультивації ґрунтів після закінчення робіт з видобутку нафти і газу.

Родючість ґрунту значною мірою залежить від стану його мікрофлори й біологічної активності. Існує багато показників, що характеризують величезну різноманітність біологічних властивостей ґрунту. Оскільки проблема оцінки наслідків діяльності нафтогазовидобувних підприємств і компаній у контексті екологічних проблем стає надзвичайно актуальною, в останній час з'явилося безліч наукових публікацій, присвячених її розв'язанню. Велику кількість робіт на цю тему опубліковано в матеріалах міжнародних наукових конференцій «Сучасний стан

чорноземів», «Екологія та біологія ґрунтів» (2013, 2014 рр., Ростов-на Дону). Науковці одночасно дійшли єдиного висновку: для оцінки стану нафтозабруднених і рекультивованих ґрунтів найбільш чутливими й універсальними показниками є чисельність головних еколого-трофічних і таксономічних груп мікроорганізмів, певних функціональних груп (вуглеводнеокиснювальних бактерій, бактерій роду *Azotobacter*), ферментативна активність ґрунту і показники фітотоксичності.

Мета досліджень – визначити доцільність оцінки стану рекультивованих ґрунтів майданчиків буріння нафтогазових свердловин за мікробіологічними показниками.

Об'єкти і методика досліджень. Об'єктами досліджень були ґрунт на території колишнього бурового майданчика свердловини № 23 Ігнатівського родовища (СП «Полтавська газонафтова компанія») рекультивований до 1994 р. і фоновий ґрунт.

На попередніх етапах моніторингу ґрунту (у 2011-2014 рр.) було виявлено наслідки техногенного впливу – забруднення орного шару барієм, свинцем, цинком, незважаючи на давність проведення бурових робіт (1980-ті роки) [1]. Причиною є те, що старі майданчики, як правило, були рекультивовані зі значними порушеннями. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком кукурудзи на біологічному етапі рекультивації показали пригнічення росту рослин на рекультивованому ґрунті. У листі кукурудзи було зафіксовано підвищені концентрації свинцю [1]. Певний ступінь забруднення ґрунту підтверджувався і візуально на супутникових знімках ділянки (рис. 1).

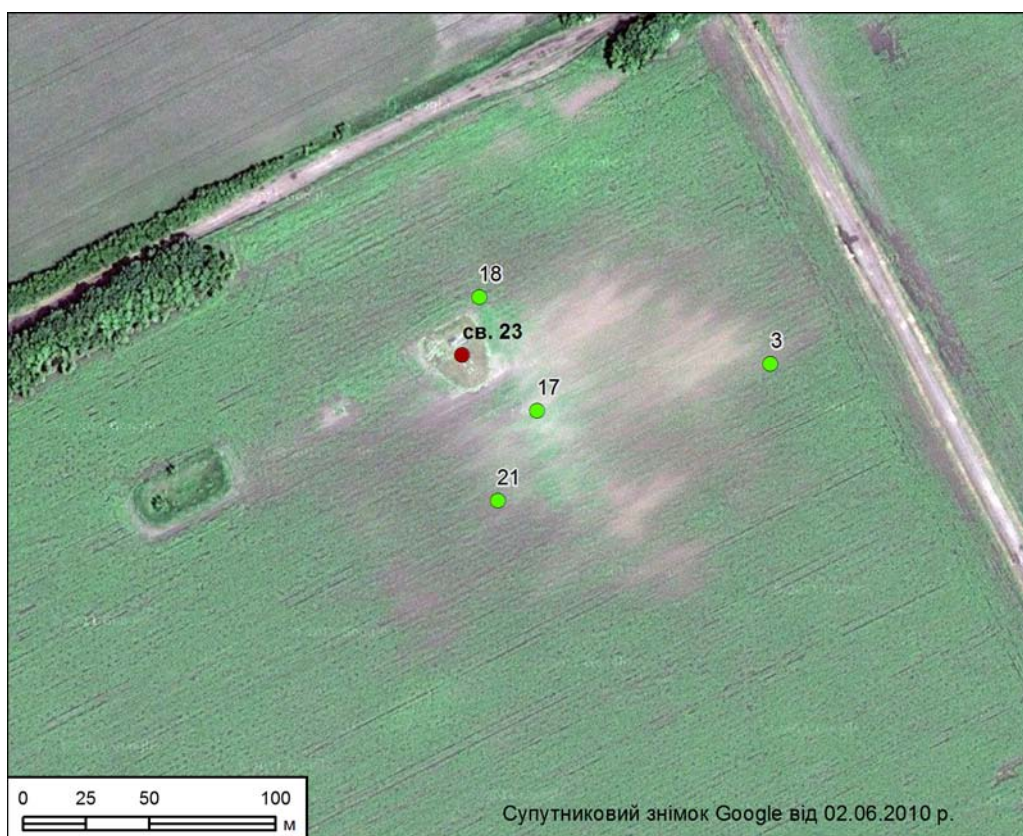


Рис. 1 Фрагмент космічного знімку супутника GeoEye ділянки свердловини № 23 і розташування точок відбору зразків

Агроекологічний стан ґрунту визначали за трьома групами показників:

1. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп, а саме: бактерій, що засвоюють органічний і мінеральний азот, актиноміцетів, мікроскопічних

грибів, оліготрофних бактерій, вуглеводнеокислювальних бактерій, бактерій роду *Azotobacter*;

2. Ферментативна активність ґрунту;

3. Токсичність ґрунту.

Мікробіологічні дослідження проводили в лабораторії мікробіології ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» у зразках, відібраних 20.05.2015 на ділянках фонового ґрунту (на відстані 800 м від гирла свердловини) і рекультивованого ґрунту (у точках №№ 3, 17, 18, 21 у межах колишнього майданчика) із шару 0-25 см. Схему розташування точок зображено на рис. 1. Вибір контрольних точок для досліджень обумовлювався різним рівнем забруднення ґрунту компонентами бурових розчинів, встановленим раніше (табл. 1).

1. Рівні забруднення ґрунту в досліджуваних точках (шар 0-30 см) [1]

Точки відбору зразків	Валовий міст забруднювачів ¹ , мг/кг ґрунту			Відношення Si/Ca
	Pb	Zn	Ba	
Фон	25	80	500	16
№ 3	25	80	630	7,8
№ 17	1000	120	150000	1,7
№ 18	80	80	20000	10
№ 21	320	200	50000	2,5

¹ – визначено методом спектрального аналізу

Біологічні показники визначали за такими методами:

- чисельність основних груп мікрофлори методом мікробіологічного посіву на тверді поживні середовища [2]: органотрофних бактерій – на м'ясо-пептоновий агар (МПА); мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук, і актиноміцетів – на крохмаль-амонійний агар (КАА); оліготрофних мікроорганізмів – на голодний агар (ГА); грибів – на середовище Ріхтера; азотобактера – на середовище Ешбі з додаванням мікроелементів; вуглеводнеокислювальних бактерій – на середовище з нафтою (повторність 4-кратна – кожен ґрунтовий зразок висівали на кожне живильне середовище на 4 паралельні чашки Петрі);

- розрахункові показники, зокрема мінералізації [3], оліготрофності [4] та мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ) [5], які характеризують напруженість мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, – за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів; сумарний біологічний показник (СБП) та показник біологічної деградації (ПБД) – методом відносних величин за Дж. Ацці [6];

- біохімічну активність ґрунтів за активністю ферментів фотоколориметричним методом: інвертази – методом, викладеним Д.Г. Звягінцевим із співавторами [2, с. 157-158], дегідрогенази за А.Ш. Галстяном [7] і поліфенолоксидази за Л.А. Карягіною та Н.А. Михайловською [8];

- наявність токсичності ґрунту визначали методом ґрунтових пластин і методом замочування насіння у водній витяжці з ґрунту [2, с. 202-204].

Достовірність здобутих у ході досліджень даних оцінювали із застосуванням дисперсійного аналізу з використанням стандартного пакету програм «*Statistica 6.0*».

Стан мікробних угруповань оцінювали з урахуванням чисельності мікроорганізмів головних еколого-функціональних груп, згідно з розробленою нами раніше шкалою [9]. Підсумкове оцінювання стану мікробних ценозів ґрунту проводили з використанням інтегрованого показника біологічного стану ґрунту (ІПБС) за С.І. Колесніковим, К.Ш. Казєєвим і В.Ф. Вальковим [10, 11].

Аналіз результатів досліджень. Мікробіологічні дослідження показали відсутність суттєвої різниці чисельності бактерій, що засвоюють органічний азот, у фоновому ґрунті і ґрунті, відібраному в точках №№ 3 і 21 (табл. 2). У ґрунті точок №№ 17 і 18 кількість бактерій цієї групи достовірно перевищувала їх вміст у фоновому ґрунті на 36 % та 84 % відповідно. Підвищена чисельність цієї групи бактерій може бути обумовлена наявністю рухомих форм ВМ у дозах, що обумовлюють стимулюючий ефект, які також було виявлено дослідженнями минулого року в ґрунті на точці № 17.

Чисельність мікроорганізмів усіх інших досліджуваних груп у рекультивованому ґрунті на всіх контрольних точках була нижчою, ніж у фоновому. Так, чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту, в точці № 3 була нижчою, ніж у фоновому ґрунті на 44 %, в ґрунті на точці № 17 – на 47 %, № 21 – на 32 %. Різниця між чисельністю мікроорганізмів цієї групи в фоновому ґрунті та ґрунті точки № 18 була статистично несуттєвою.

Також неістотною була різниця між кількістю актиноміцетів у ґрунті на точці № 18 і фоновому. В усіх інших точках зниження чисельності актиноміцетів відносно фону було суттєвим: № 3 – на 32 %, № 17 – на 28 %, № 21 – на 29 %. Відомо, що актиноміцети є індикаторами забруднення ґрунту ВМ і можливо, пригнічення актиноміцетів обумовлено цим фактором.

2. Чисельність мікроорганізмів головних еколого-трофічних, таксономічних і фізіологічних груп та показники, що характеризують функціональний стан мікробних ценозів

Точки відбору зразків	Кількість мікроорганізмів, млн (гриби – тис.) КУО в 1 г сухого ґрунту							Показник				
	Мікроорганізми, що засвоюють азот			Актиноміцети	Гриби	Оліготрофи	Евтрофи	оліготрофності	мінералізації	МТОРГ	СБП, %	ПБД, %
	органічний	мінеральний	всього									
Фон	14,27	49,63	35,28	14,35	25,61	37,60	63,93	0,59	3,48	18,37	89	0
№ 3	13,89	27,65	17,90	9,75	10,00	26,37	41,55	0,63	1,99	20,87	54	-34
№ 17	19,41	26,16	15,81	10,35	17,52	23,68	45,59	0,52	1,35	33,81	65	-20
№ 18	26,29	40,45	27,79	12,66	10,96	30,74	66,75	0,46	1,54	43,38	77	-2
№ 21	16,32	33,56	23,40	10,16	8,99	24,82	49,89	0,50	2,06	24,26	66	-29
НІР _{0,05}	3,64	9,35	–	3,51	7,24	8,62	–	–	–	–	–	–

Чисельність мікроміцетів у рекультивованому ґрунті була значно нижчою, ніж у фоновому на всіх досліджуваних точках, а найменшою – у зразку з точки № 21 – на 65 % нижче фону.

Кількість оліготрофних бактерій достовірно не відрізнялася від показника фону лише у ґрунті на точці № 18. У точках №№ 3, 17 і 21 кількість оліготрофів була меншою на 30, 37 і 34 % відповідно.

За літературними даними важливим біодіагностичним показником стану забрудненого нафтопродуктами ґрунту є чисельність вуглеводнеокиснювальних бактерій і чисельність бактерій роду *Azotobacter*. Хоча за наявними відомостями ґрунт досліджуваної ділянки не був забруднений нафтою, ми провели облік чисельності бактерій цих груп.

Найбільшою кількістю вуглеводнеокиснювальних бактерій була у фоновому ґрунті, а у ґрунті контрольних точок – нижчою у 2-16 разів (табл. 3).

3. Чисельність вуглеводнеокиснювальних бактерій і азотобактера

Точки відбору зразків	Вуглеводнеокиснювальні бактерії, млн КУО/г ґрунту	Азотобактер, обростання грудочок, %
Фон	6,96	100
№ 3	3,62	100
№ 17	2,11	99
№ 18	0,79	98
№ 21	0,43	88
НІР _{0,05}	1,81	–

Чисельність Азотобактера була високою в усіх зразках. Дещо меншою вона виявилася у ґрунті точок №№ 17, 18 і 21, але це не є істотним зменшенням. За експериментальними даними багатьох дослідників азотфіксувальні бактерії, зокрема Азотобактер, є дуже чутливими до хімічного забруднення ґрунту.

Спостереження за ростом Азотобактера показали, що першими рясно обросли грудочки ґрунту із різних точок колишнього бурового майданчика, а на чашках із фоновим ґрунтом ріст Азотобактера був відсутній. Але згодом, обростання грудочок фоновому ґрунту з'явилося, хоча і не таке рясне, як рекультивованого ґрунту. На нашу думку, це пов'язано із підвищеною щільністю зразка фоновому ґрунту (як відомо, Азотобактер є аеробним мікроорганізмом). Іншим поясненням може бути наявність у рекультивованому ґрунті (точки №№ 17 і 21) підвищеного вмісту молібдену, який входить у склад домішок бариту, і міг стимулювати азотфіксацію.

Для нормального функціонування ґрунтів є важливим не тільки чисельність різних груп мікроорганізмів, але і їх співвідношення (див. табл. 2).

Показник оліготрофності має значення менші за одиницю, що свідчить про достатню забезпеченість ґрунту доступними поживними речовинами. Дещо нижчі значення, порівняно з фоновим ґрунтом, мають показники мінералізації у зразках рекультивованого ґрунту, що є позитивним моментом і свідчить про спрямованість мікробіологічних процесів у бік збереження запасів органічної речовини. Про це свідчить і коефіцієнт МТОРГ, значення якого для всіх точок рекультивованого ґрунту більші, ніж для фоновому. Максимальне значення коефіцієнта МТОРГ зафіксовано для ґрунту у точці № 18. Слід зауважити, що у цій точці нижчою за фоновий ґрунт була лише чисельність грибів, чисельність інших груп або достовірно не відрізнялася від фону, або перевищувала його. Так, загальна кількість евтрофних мікроорганізмів тут перевищувала фон.

Найвище значення СБП визначено для фоновому ґрунту (див. табл. 2). Невелике відхилення від показника фону в бік погіршення відмічено для ґрунту точки № 18. Приблизно однакові, дещо більші відхилення (на 27 і 26 %) розраховано для ґрунту точок №№ 17 і 21. Найбільш пригніченим відносно фоновому ґрунту (на 39 %) виявився мікробний ценоз ґрунту в точці № 3.

Згідно зі значеннями ПБД, ґрунт у точці № 18 вважається недеградованим, у точках №№ 17 і 21 – слабо деградованим, № 3 – середнього ступеня деградованості.

Для розуміння і пояснення причин такого стану мікрофлори ґрунту в різних точках майданчика необхідна більш детальна інформація про вміст у ґрунті залишкових кількостей нафтопродуктів, ВМ, або інших супутніх полютантів, що потрапляють у ґрунт під час видобутку нафти.

Основними забруднювачами дослідженої ділянки ґрунту внаслідок буріння нафтовидобувної свердловини є барій, оскільки він використовувався у складі баритового концентрату (BaSO_4) для виготовлення бурових розчинів, а також свинець та цинк. Наявність свинцю і цинку у відходах буріння пояснюється їх присутністю як супутніх домішок у бариті.

Важливим показником біологічної активності ґрунту є його ферментативна активність, яка тісно корелює з його родючістю.

Відсутність дегідрогеназної активності у фоновому ґрунті очевидно пояснюється його підвищеною щільністю (табл. 4). Найвищою активністю дегідрогенази характеризується ґрунт у точці № 18.

4. Ферментативна активність ґрунту

Точки відбору зразків	Дегідрогеназа, мг ТФФ/100 г за 24 години	Інвертаза, мг глюкози/1 г за 24 години	Поліфенолоксидаза, мг 1,4-п-бензохінону/100 г за годину
Фон	0	5,20	508,80
№ 3	129,80	5,48	2205,00
№ 17	120,40	2,23	2420,00
№ 18	191,40	3,03	2508,00
№ 21	140,50	2,46	2777,60
НІР _{0,05}	6,31	0,39	30,10

Інвертазна активність ґрунту лише у точці № 3 була дещо (статистично недостовірно) вищою за фоновий ґрунт, а у ґрунті на інших точках – нижчою. Істотно і статистично достовірно нижчий рівень активності інвертази у зразках ґрунту у точках №№ 17, 18, 21, імовірно, пов'язаний із вмістом важких металів, що узгоджується з численними літературними даними, згідно з якими саме інвертазна активність найбільш чутливо реагує на хімічне забруднення, зокрема на забруднення ВМ [10].

Саме в точках №№ 17 і 21 попередніми дослідженнями було виявлено підвищені концентрації у ґрунті як рухомих, так і міцнозв'язаних та валових форм ВМ. Так, у точці № 21 в 2013 році вміст рухомих форм свинцю становив 74,24 мг/кг, що у 37 разів перевищує ГДК і у 148 разів перевищує фоновий вміст. Найвищий рівень поліелементного забруднення ґрунту констатовано у точці № 17.

Активність поліфенолоксидази у рекультивованому ґрунті, навпаки, була вищою, ніж у фоновому (у точках №№ 3, 17, 18 і 21 у 4,3; 4,8; 4,9 і 5,5 раза, відповідно). Така картина обумовлена тим, що поліфенолоксидаза менш чутлива до забруднення ВМ, але її активність може стимулюватися невеликими дозами міді, яка входить у склад активного центра цього ферменту. Вміст рухомої міді у зразках рекультивованого ґрунту перевищував фоновий, але був меншим за ГДК.

Узагальнюючи дані з ферментативної активності ґрунтів методом відносних величин, ми віднайшли найбільш високу ферментативну активність ґрунту (82 %) у точках №№ 3 і 18, а у точках №№ 17 і 21 – 64 і 73 % відповідно. У фоновому ґрунті усереднена активність досліджуваних ферментів становить 57 % без урахування дегідрогенази і 37 % з її урахуванням.

Таким чином, серед показників ферментативної активності лише інвертазна активність у зразках рекультивованого ґрунту виявилась зниженою, порівняно із фоном. Дегідрогеназна і поліфенолоксидазна активність ґрунту у контрольних точках значно перевищувала показники фонового ґрунту.

Результати визначення фітотоксичної активності ґрунту методом ґрунтових пластин показали відсутність інгібуючої дії рекультивованого ґрунту на схожість насіння тестової культури (табл. 5). Як тест-культуру обрано кукурудзу, оскільки вона вирощується на досліджуваній рекультивованій ділянці, і за літературними даними, вона є чутливою до дії забруднювачів, зокрема нафти. Вимірюванням довжини головних корінців і ростків проростків кукурудзи виявили пригнічення їх росту і розвитку. Згідно з методикою [2, с. 202-203], токсичними вважаються ґрунти, що пригнічують проростання насіння тест-культур більше ніж на 20 %. Фоновий ґрунт не пригнічував росту корінців і стимулював ріст проростків. Ґрунт у точці № 3 виявився токсичним – довжина корінців була меншою, відносно контролю, на 27 %, а висота проростків – на 32 %. Параметри рослин, пророщених на ґрунті з точки № 18 відрізнялись від контролю на 28 і 56 % відповідно. Максимально пригніченим (на 35 %) виявився ріст корінців кукурудзи на ґрунті з точки № 17, а ґрунт з точки № 21, як і фоновий, не виявив токсичної дії на ріст корінців, а ріст ростків навіть дещо стимулював.

Результати, отримані методом замочування насіння протягом доби в ґрунтовій витяжці, були схожими, але дещо відрізнялися від наведених вище. Так, витяжки з ґрунту із точок №№ 3 і 17 пригнічували схожість насіння на 21 %, порівняно з водним контролем, а також негативно впливали на ріст корінців проростків – середня їх довжина була меншою, ніж у контролі на 23 і 30 %. Витяжка з ґрунту у точці № 21 суттєво не вплинула на ріст корінців, а витяжки з ґрунту з точки № 17 і фонового стимулювали ріст корінців на 20 і 16 % відповідно. На ростки всі витяжки вплинули позитивно.

5. Фітотоксична активність ґрунту

Точки відбору зразків	Метод ґрунтових пластин						Метод замочування насіння у водній витяжці з ґрунту					
	Схожість насіння		Середня довжина корінців проростків		Середня довжина ростків проростків		Схожість насіння		Середня довжина корінців проростків		Середня довжина ростків проростків	
	%	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю	%	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
Фон	100	100	6,09	91	2,53	125,9	95	100	4,40	115,8	1,43	174,4
№ 3	100	100	4,88	72,9	1,37	68,2	75	79	2,91	76,6	1,11	135,4
№ 17	95	95	4,37	65,3	1,79	89,1	85	89	4,56	120	1,28	156,1
№ 18	100	100	4,84	72,3	0,88	43,8	75	79	2,67	70,3	0,84	102,4
№ 21	100	100	5,86	87,6	2,22	110,4	100	105	3,26	85,8	1,10	134,1
Контроль ¹	100	100	6,69	100	2,01	100	95	100	3,80	100	0,82	100

¹ – водопровідна вода

Узагальнення й усереднення експериментальних даних, отриманих за допомогою обох методів, дає підставу стверджувати, що найбільш токсичним є ґрунт у точці № 18.

Для підсумкової оцінки стану ґрунту в різних точках використали показник ІПБС ґрунту (табл. 6). Зниження значень ІПБС ґрунту у точках №№ 3 і 17 становить 15 і 14 % від фонового, що згідно з градаціями Колеснікова та ін. [10, 11], відповідає слабкому ступеню деградованості ґрунту за мікробіологічними властивостями і порушенням екологічних функцій.

6. Оцінка стану ґрунту за ІПБС

Точки відбору зразків	СБП, %	Зведений показник ферментативної активності, %	Зведений показник фітотоксичної активності, %	ІПБС ґрунту, %
Фон	100	57	100	86
№ 3	61	82	75	73
№ 17	73	64	86	74
№ 18	87	82	67	79
№ 21	74	73	88	78

Відхилення ІПБС ґрунту у точках 18 і 21 становило 8 і 9 %, отже цей ґрунт, згідно з тими ж градаціями, є недеградованим.

Але, слід зазначити, що внесок кожного біологічного показника у формування стану ґрунту не є рівноцінним, до того ж різні біологічні показники по-різному реагують на дію одного і того ж фактору, тому не завжди варто підсумовувати різні показники. Однак така методика існує й успішно застосовується багатьма дослідниками.

Висновки. У результаті оцінки стану мікробних ценозів та біологічної активності рекультивованого ґрунту у різних точках колишнього бурового майданчика свердловини № 23 за показниками чисельності головних еколого-функціональних груп мікроорганізмів, ферментативної та фітотоксичної активності встановлено наявність негативних відмінностей показників рекультивованого ґрунту від фонового.

За узагальненими даними чисельності мікрофлори за допомогою СБП і ПБД ґрунт точки № 18 вважається недеградованим, точок №№ 17 і 21 – слабо деградованим, точки № 3 – середнього ступеня деградованості.

Значно нижча чисельність вуглеводнеокислювальних бактерій у зразках рекультивованого ґрунту свідчить про відсутність забруднення нафтою, позитивною ознакою є також рясний ріст бактерій роду Азотобактер.

Показники ферментативної активності рекультивованого ґрунту відхилялися від фонового в той або інший бік залежно від ферменту. Відмічене інгібування інвертазної активності у рекультивованому ґрунті в точках № 17 і 21 узгоджується з даними про підвищений вміст важких металів.

Рекультивований ґрунт має фітотоксичні властивості. Максимальний токсичний вплив на ріст і розвиток проростків кукурудзи виявив ґрунт точки № 18. За узагальненими результатами двох методів визначення токсичності, пригнічення росту проростків ґрунтом цієї точки склало 33 % відносно фонового ґрунту, а точки № 3 – 25 %.

Для оцінки стану рекультивованих ґрунтів і ефективності рекультивації ґрунтів, забруднених внаслідок видобутку нафти і газу, може бути використана методика визначення інтегрованого показника біологічного стану (ІПБС) ґрунту, розрахованого за найбільш інформативними біологічними показниками. Встановлено, що відхилення ІПБС ґрунту у точках №№ 3 і 17 від фонового ґрунту становить 15 і 14 %, а у точках 18 і 21 – 8 і 9 %, де ґрунт є недеградованим.

Біологічні показники, використані нами в цій роботі адекватно відображують стан рекультивованого ґрунту і можуть застосовуватися під час проведення агроекологічного моніторингу ґрунтів у місцях діяльності нафтогазовидобувних підприємств і компаній.

Список використаної літератури

1. Журавель М.Ю. Особливості агрофізичного стану та накопичення важких металів в агроєкосистемі рекультивованих бурових майданчиків / М.Ю. Журавель, О.М. Дрозд, Д.В. Дядін, В.В. Яременко // Вісник ХНАУ імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів» – 2014. – № 2. – С. 112-121.

2. *Методы почвенной микробиологии и биохимии* / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк. – М.: МГУ, 1980. – 224 с.
3. *Мишустин Е.Н.* Ассоциации почвенных микроорганизмов / Мишустин Е.Н. – М.: Наука, 1975. – 107 с.
4. *Аристовская Т.В.* Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности / Т.В. Аристовская, Ю.А. Худякова // Методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – С.141-286.
5. *Муха В.Д.* О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. науч. тр. ХСХИ, т. 273, Харьков, 1980. – С. 13-16.
6. *Ацци Дж.* Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци; пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – 480 с.
7. *Хазиев Ф.Х.* Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. – 180 с.
8. *Карагіна Л.А.* Визначенне активності поліфенолаксидази і пероксидази у глебе / Л.А. Карагіна, Н.А. Михайлоўская // Весці АН БССР, серія с.-г. навук. – Мінск, 1986. – № 2. – С. 40-41.
9. *Найдёнова О.Е.* Биологическая деградация чернозёмов при орошении: дисс. ... канд. биол. наук; спец. 03.00.18 – ґрунтознавство – Харьков, 2010. – 327 с.
10. *Колесников С.И.* Биозкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв (на примере тяжёлых металлов) / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2001. – 64 с.
11. *Методика оценки целесообразности и эффективности рекультивации почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, по биологическим показателям* / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, Т.В. Денисова, Е.В. Даденко, М.С. Мазанко, Е.Н. Ротина // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1791>.

Стаття надійшла до редколегії 30.09.2015

APPLICATION OF BIOLOGICAL INDICATORS FOR IDENTIFYING THE AGROECOLOGICAL STATE OF RECLAIMED SOILS

N.E. Zhuravel¹, O.E. Naydyonova², V.V. Yaremenko³

¹Limited Liability Company "NESC Intellect Service Co., Ltd."

²National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine (oxana-naydyonova@mail.ru)

³Joint venture "Poltava Petroleum Company"

Studies were conducted to identify agro-ecological condition of the soil in the former oil well drilling site, remediated before 1994. Parameters of microbiological indicators of background soil and soil at various points near the well drill were determined. Comparative assessment of the state of the soil microflora at selected points in terms of size, structure and function of microbial cenoses was conducted. It was found that the most of studied soil parameters at various observation points deviate from the background soil in an unfavorable direction. In addition the reducing the biological activity was observed. The possibility and practicability of using the most informative set of biological indicators to assess the status of remediated soil and effectiveness of remediation of soils contaminated with components of drilling mud during crude oil and gas production has been shown.

Keywords: biological indicators, soil microbial cenosis, reclaimed soil, soil enzymatic activity, soil phytotoxic activity.

УДК 631.147; 631.416.9; 631.81.095.337

ПРИДАТНІСТЬ ҐРУНТІВ ДЛЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ЗОНІ ВПЛИВУ АЕРОТЕХНОГЕННИХ ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Д.О. Семенов

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків (pochva@meta.ua)

Метою роботи було оцінити придатність ґрунтів для ведення органічного землеробства на території зон розповсюдження аеротехногенних викидів підприємств хімічної промисловості. За допомогою