

УДК 632

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ВІДНОВЛЮЮЧИХ ПРОЦЕСАХ

Паламарчук І.П.

Паламарчук І.І.

Янович В.П.

Вінницький національний аграрний університет

The paper presents results of experimental tests of the influence of EM preparations for renewable capacity of soil contaminated, clean water and grow food for fattening cattle.

Вступ

Зараз вивчено приблизно 3000 видів мікробів. Одні з них в цілому допомагають живим істотам, а інші їх пригнічують або ними харчуються. Перші роблять масу корисних справ: виробляють органіку шляхом фотосинтезу (всі види одноклітинних водоростей і фотосинтетичних бактерій - саме вони насичують харчуванням води океанів, річок, озер і ставків, і "годують" всіх інших їхніх мешканців. Пригадайте: запліснявіла, зелена вода – прекрасне добриво і стимулятор росту!); перетворюють азот повітря в азотне добриво для рослин (бактерії - азотофіксатори, зокрема й ті, що живуть в бульбах на коренях бобових); розкладають органічні залишки до простих речовин (цілий легіон гнільних, бродильних і квасних бактерій, дріжджів та інших грибків, завдяки яким і утворюється ґрунт, і до коріння повертається все, що рослини колись взяли з неї) [1].

Саме ця група мікробів виробляє компост і перегній; багато з них активно очищають воду і ґрунт від всяких залишків і відходів, звільняють мінерали - елементи живлення, переводячи їх у вільний стан (ці мікроби використовують енергію розпаду неорганічних сполук, зустрічаються і в гарячих джерелах, і на великих глибинах, в земній корі); нарешті, переробляють шкідливі та отруйні речовини в нешкідливі, якщо тільки самі не гинуть (маса бактерій, що застосовуються для очищення стічних вод, тваринницьких приміщень тощо).

Багато хто з перерахованих мікробів створюють фон, неприйнятний для життя шкідливих мікробів, і витісняють їх із середовища. Ці мікроби ніколи не шкодять живому, навпаки, їх робота створює для здоров'я рослин, тварин і людини найкращі умови. Близько сотні видів їх населяють наш шлунково-кишковий тракт, і без них неможливе нормальне травлення: це – саногенні (здоров'я народжують) або регенеративні мікроби.

Інша група патогенних або дегенеративних мікробів виділяє шкідливі та отруйні речовини (наприклад, смердючі гази - метан, аміак, сірководень та інші; або токсини, що викликають розлади організму, як це роблять хвороботворні мікроби); використовує живі клітини для життя і харчування, викликаючи хвороби тварин і рослин. Якщо таких мікроорганізмів занадто багато, вони можуть витіснити з середовища корисні мікроби. Тому насичення останніх дозволяє регенерувати технологічне або навколишнє середовище та сприяє реалізації очищувальних чи відновлюючих процесів.

Мікроби, як і інші живі істоти, схильні "йти за лідером": у будь-якому середовищі швидко завойовують лідерство декілька основних видів мікробів, а всі інші підлаштовуються

під них. Якщо забезпечити та підтримувати перевагу корисних мікробів, вони починають превалювати і змінювати властивості середовища в кращу сторону.

Розроблені для забезпечення означених процесів препарати з ефективними мікроорганізмами або так названі ЕМ – препарати можуть містити близько 80 штамів корисних мікробів. Таким чином простежується достатньо високий потенціал застосування ЕМ – препаратів для ефективного біологічного очищення технологічних середовищ, відновлення мікроклімату та інших очисних процесів, що обґрунтовує актуальність даних досліджень. Як результат такої дії це поширені біотуалети, які зовсім не пахнуть і є генераторами відмінного компосту; компактні та ефективні каналізаційні відстійники, які можуть утворювати якісно чисту воду за 24 години: така установка демонструється в Публічній бібліотеці міста Гусікава, в якій – споживання води витрачають в 20 разів менше, коштів ніж до її експлуатації [2].

Мета

Обґрунтування технологічних параметрів використання ЕМ – препаратів для реалізації відновлюючих процесів.

При здійсненні досліджень були поставлені такі **задачі**:

- оцінити можливості використання ЕМ – препаратів для рекультивациі ґрунту, що постраждав в результаті розливів аміаку або нафтопродуктів;
- оцінити перспективи використання ефективних мікроорганізмів для часткової утилізації звалищ слабо забруднених радіонуклідами деревних відходів;
- вивчити вплив ЕМ - препаратів для запобігання накопичення радіонуклідів та важких металів в рослинах та у ґрунті.
- дослідити можливість нівелювання нафтових забруднень при використанні ефективних мікроорганізмів ;
- дослідити умови покращення властивостей структури асфальту під дією ЕМ – препаратів.

Викладення основного матеріалу

Для оцінки очисних якостей ефективних мікроорганізмів стосовно ґрунтів були проведені, експериментальні дослідження в теплиці Київської лісової дослідної станції [3]. Схема закладення експерименту наведена в таблиці 1. В якості субстрату використано ґрунти, що відібрані в забруднених регіонах України: торф'яний - у Рівненській області, дерново-підзолистий - у Житомирській області, чорнозем - на півдні Київської області. Агрохімічна характеристика ґрунтів приведена в таблиці 2. Програма досліджень була реалізована наступним чином.

Технологія приготування робочого розчину препарату ЕМ-А з концентрату ЕМ-1 проводилась у відповідності до стандартної технології, що приведена в інструкції до препарату. Внесення робочого розчину здійснювалось після посіву насіння. Для посіву використано поширену злаково-бобову травосуміш, що використовується для покращення травостану на луках. Полив вегетаційних площ проводився регулярно до польової вологості. Мінеральні підкормки не використовувались.

Вегетаційний період складав 30 днів. Надземна фітомаса зрізалась секатором, висушувалась до повітряно сухого стану і зважувалось. Коріння відмивалось від ґрунту, також висушувалось до повітряно сухого стану і зважувалось.

Попадання хімічних забруднень у ґрунт внаслідок аварій на трубопроводах, розливів з цистерн при транспортуванні, технологічних скидів є причиною утворення ділянок, де практично повністю гине корисна біосфера. Як правило, ґрунт з таких ділянок видаляється і замінюється на чистий. Ця операція дуже трудомістка, так як в більшості випадків потребує застосування ручної праці.

В експерименті було промодельовано залповий викид забруднювачів - аміаку та солярки (1.3 л/м²) в дерново-підзолистий та торф'яний ґрунти. Після внесення забруднювача через 0,5 години вносили ЕМ-А в дозах 20 та 100 мл на м² та проводили посів злаково-бобової травосуміші.

Негайне внесення ефективних мікроорганізмів та посів трави дало негативний результат. Забруднювачі знищили природні мікроорганізми, що знаходились в ґрунті, а також внесені з препарату ЕМ-А і подавили ріст насіння. Через 15 днів ґрунт був перемішаний і повторно внесено ЕМ-А і проведено висів трави. Рослини інтенсивно проросли і почали швидко нарощувати фітомасу. Внесення ЕМ-А в дозі 20 мл/м² виявилось в більшості випадків цілком достатнім для успішного росту рослин (таблиця 3). Запас наземної фітомаси склав 80-105%, а коренів 75-130% від фітомаси контрольного варіанту [3].

Таблиця 1

Результати експериментів використання ефективних мікроорганізмів при очищенні ґрунтів від забруднень

Тип забруднень							
РН + важкі метали		Нафтопродукти		Аміак		Деревина	
Доза 20 мл. ЕМ-А на м ²							
Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	Тирса	3
Торф'яна	3	Торф'яна	3	Торф'яна	3	-	-
Чорнозем	3	-	-	-	-	-	-
Доза 100 мл. ЕМ-А на м ²							
Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	Тирса	3
Торф'яна	3	Торф'яна	3	Торф'яна	3	-	-
Чорнозем	3	-	-	-	-	-	-
Доза 500 мл ЕМ-А на м ²							
						Тирса	3
Контроль							
Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	Дерново-підзолиста	3	-	-
Торф'яна	3	Торф'яна	3	Торф'яна	3	-	-
Чорнозем	3	-	-	-	-	-	-
Всього повторностей	27	18		18		9	

1 л ЕМ-1 + 1 л меляси + 30 л. води = 32 л ЕМ-А

1мл ЕМ-1 = 32 мл ЕМ-А

Отримані результати свідчать про те, що використання ЕМ-А за технологією, що передбачає 2-3-тижневу витримку після поступання забруднювача в ґрунт, поверхнєве розпушування верхнього горизонту, внесення ЕМ-А в дозі 20 мл/м² та висів травосуміші дозволить на

протязі наступних 3-4 тижнів отримати зімкнутий трав'яний покрив. Це відновить природні властивості ґрунту, а значить відпаде необхідність у проведенні затратних рекультиваційних робіт.

Таблиця 2

Агрохімічні властивості ґрунтів, що досліджували

Тип ґрунту	pH КСІ	Гумус, %	Ємність поглинання, мг-екв/100 г ґрунту	Ca ²⁺ , мг- екв/100 г ґрунту	K ₂ O, мг/100 г ґрунту	P ₂ O ₅ мг/100 г ґрунту	NO ₂ мг/100г ґрунту
Чорнозем	5.4	2.6	19.6	13.9	11.8	17.1	17.5
Дерново- підзолистий	5.5.	0.77	8.0	3.5	3.2	12.5	8.7
Торф'яний	4.3	-	48.4	38.5	14.2	21.3	280.1

В процесі роботи деревообробних підприємств, що розташовані на радіоактивно забруднених територіях, утворюються деревні відходи з невисоким вмістом радіоцезію. Як правило, вони складаються на промислових майданчиках підприємств і створюють певні проблеми з їх утилізацією. В якості субстрату для вегетаційних посудин було використано слабо розкладену тирсу. Дози внесення ефективних мікроорганізмів були такими ж, як і в попередньому досліді. Застосування препарату ЕМ-А суттєво стимулювало ріст вегетативної фітомаси. При дозі 20 мл/м² вага наземної частини рослин перевищила контрольний варіант в 5,5 рази, а коренів - в 3,9 рази (таблиця 2) [3]. Інтенсивний розвиток рослин призвів до значного розкладу тирси, зменшення об'єму і перетворення її в напіворганічні рештки.

Таблиця 3

Вплив ефективних мікроорганізмів на фітомасу рослинності після внесення аміаку та солярки в дозі 1.3 л/м² (грам абсолютно сухої маси на вегетаційну площу)

	Ґрунт	Доза ЕМ-А, мл/м ²	Наземна фітомаса	Фітомаса коренів
Аміак	Торф	20	12,9	7,9
		100	11,8	6,5
		контроль	14,3	6,5
	Дерново- підзолистий	20	12,8	5,5
		100	13,9	4,5
		контроль	16,1	4,5
Солярка	Торф	20	11,6	7,5
		100	9Д	10,5
		контроль	9,1	8,1
	Дерново- підзолистий	20	7,8	4,5
		100	7,4	3,5
		контроль	8,8	4,7

Таблиця 4

Зміна властивостей фітомаси рослинності при внесенні ЕМ-А у субстрат з слабо розкладеної радіонуклідами маси

Внесення препарату Доза ЕМ-А, мл/м ²	Відсоток радіонуклідів у середовищі	
	Фітомаса надземна	Фітомаса коренів
20	4,4	5,9
100	3,1	4,5
500	0,9	1,4
Контроль	0,8	1,5

Після аварії на Чорнобильській АЕС радіоактивного забруднення зазнали великі площі сільськогосподарських угідь, особливо в Поліському регіоні України. Забруднення визначається переважно вмістом у ґрунті та рослинах Cs^{137} : як показали дослідження застосування препарату ЕМ-А для вирощування культурних рослин в умовах радіоактивного забруднення, що були проведені академіком Коноплею в Інституті радіоекології Академії наук Білорусії, при виборі оптимальної технології внесення препарату можна досягнути суттєвого зменшення накопичення радіонукліду в вегетативній масі.

Для перевірки цих висновків була проведена серія вегетаційних дослідів з застосуванням препарату. Експеримент був закладений в теплиці Київської лісової дослідної станції. В якості субстрату використано ґрунти, що відібрані в забруднених регіонах України які були відзначені в попередніх дослідях. Агрохімічна характеристика ґрунтів приведена в таблиці 1, а питома активність Cs^{137} представлено - в таблиці 5. Технологія підготовки та дози внесення препарату ЕМ-А у вегетаційні ємності була аналогічна до білоруського варіанту.

Внесення препарату ЕМ-А у ґрунт, що забруднений радіоцезієм, залежно від типу ґрунту та компоненту фітомаси (надземна чи корені) має певні особливості. Для багатого на органічні речовини чорнозему внесення ефективних мікроорганізмів дещо збільшує перехід радіоцезію як в наземну фітотому, так і в коріння. Зростання питомої активності Cs^{137} складає 1.2 - 2.3 рази, а коефіцієнт накопичення досягає 0.08-1.0. (табл. 7,8), так як для радіоцезію характерне явище "старіння", тобто фіксація глинистими мінералами та органічними речовинами. Інтенсифікація мікробіологічної активності переводить певну частку радіоцезію у рухомий стан, що приводить до зростання його накопичення. Однак, суттєве збільшення біомаси компенсує це явище за рахунок ефекту розчинення.

Таблиця 5

Питома активність Cs^{137} в ґрунтах

Ґрунт	Чорнозем	Дерново- підзолистий	Торф
Питома активність, Бк/кг	529	3231	2129

Оскільки площі чорноземів, де відмічаються суттєві щільності забруднення радіоцезієм незначні, застосування ефективних мікроорганізмів за даним фактором не впливає на його використання.

Інша ситуація складається на дерново-підзолистих та торф'яних ґрунтах Поліського регіону, які до того ж зазнали найбільшого забруднення. За даними, що наведені в Національній доповіді України до 20-річчя Чорнобильської катастрофи щільність забруднення більше 5 Кі/км² до цього часу спостерігається на площі більше 300 тис. га в Житомирській, Київській та Рівненській областях.

Внесення препарату в дозі 100 мл/м² у дерново-підзолистий ґрунт зменшує накопичення в траві на 23%, в коренях - 20%, а доза 20мл/м² приводить до зменшення забруднення коріння на 15 %. Слід відзначити, що коефіцієнти накопичення корінням в середньому в 5-6 разів вищі, ніж для наземної фітомаси. З цього можна зробити попередній висновок про переважне використання препарату для отримання продукції, що утворюється з наземної фітомаси. Для торф'яних ґрунтів ефект внесення ЕМ-препаратів ще більш різкий (табл. 7,8). Для наземної частини вміст радіонуклідів складає 20-40%, а для коренів при дозі 100 мл/м² – зменшується в 3.9 раза. Вміст негативного цезію для трави в 5-10 разів нижчий, ніж для дерново-підзолистих ґрунтів. Це явище має надзвичайно важливе значення, оскільки дає потенційну можливість вирощувати корми на торф'яних луках для відгодівлі худоби і отримання чистого молока та м'яса. На даний час даний тип ґрунтів (особливо при надмірному зволоженні) є найбільш критичним в радіологічному відношенні.

Таблиця 7

Вміст Cs¹³⁷ в компонентах фітомаси, Бк/кг

Зразок	Чорнозем	Дерново- підзолистий	Торф
Наземна фітомаса 20 мл	44	690	37
Наземна фітомаса 100 мл	55	465	50
КОНТРОЛЬ	36	690	63
Корені 20 мл	430	3060	2690
Корені 100 мл	550	2890	650
КОНТРОЛЬ	240	3580	2550

При дослідженні впливу ЕМ – препаратів на усунення нафтових забруднень у морській воді (морська вода в контейнері з береговим піском, була узята в районі пляжу Лузанівка), вводився препарат у двох варіантах концентрацій. Через 4 доби визначався вміст нафтових забруднень, результати порівнювалися з контрольним зразком (таблиця 9). На четвертий день після першого аналізу, морську воду злили і в той же пісок залили свіжу морську воду, після цього ввели препарат ЕМ-А. Через шість днів знову взяли проби піску і зробили аналіз на нафтові забруднення.

Передбачається зрошення поверхні пляжу розчином, що містить ефективні мікроорганізми в кількості і з періодичністю, що визначаються методикою обробки. В якості способів зрошення використовували механізований, напівмеханізований і ручний. Для обробки площ, що є близько розташовані до під'їзних дорогах, можна використовувати механізоване зрошення за допомогою поливомийних автомобілів з навісною зрошувальною установкою і запасом розчину в цистерні. Для обробки важкодоступних місць великої площі можна використовувати напівмеханізоване внесення розчину за допомогою зрошувальної установки, що змонтована на спеціальному візку з ручним приводом та з'єднана з водною системою автомобіля, що перебуває на дорозі на доступній відстані. Для обробки важкодоступних місць малої площі можна використовувати ручний спосіб внесення при використанні форсуноків зрошувачів ранцевого типу з ручним насосом. За інформацією виробників обладнання тиск у водоводах не відрізнявся від тиску у звичайних побутових кранах.

Таблиця 8

Коефіцієнти накопичення радіоцезію компонентами фітомаси, Бк/кг фітомаси / Бк/кг ґрунту

Зразок	Чорнозем	Дерново- підзолистий	Торф
Наземна фітомаса 20 мл	0,083	0,214	0,017
Наземна фітомаса 100 мл	0,103	0,144	0,023
КОНТРОЛЬ	0,068	0,214	0,030
Корені 20 мл	0,812	0,947	1,263
Корені 100 мл	1,039	0,894	0,305
КОНТРОЛЬ	0,038	1,143	1,198

Таблиця 9

Результати експериментів з очищення нафтових забруднень у морській воді при використанні ЕМ - препаратів

І етап			
№	Варіант	Концентрація ЕМ-препарату у морській воді	Вміст С, мг/л
1	Контроль		3,40
2	I	1:10000	2,70
3	II	1:500	2,32
II етап			
1	Контроль		1,12
2	I	1:10000	0,67
3	II	1:500	0,54

При дослідженні впливу препаратів ЕМ-А і ЕМ-кераміки на зміну екологічної системи біодоочищення були отримані наступні результати (таблиця 10).

За результатами даних експериментів спостерігався невеликий ріст по азоту амонію та рН. Збільшення вмісту нітритів можливе через збільшення кількості кисню, що виділяється анаеробними мікроорганізмами в процесі їх життєдіяльності: відповідно вільний кисень приводить до зростання вмісту нітритних сполук як результат окислення для нітратів та фосфатів, динаміка дуже добра для заліза – результат аналогічний; стосовно розкладення токсичних сполук хлоридів – картина практично не змінилася

Таблиця 10

Результати впливу ЕМ - препаратів при очищенні води на виході з біоозер доочистки

Название показателя	Контроль	Концентрація препаратів				ПДК
		ЕМ-А, 1:1000		ЕМ-кераміка 2шт/літр		
		1,5 год.	24 год.	1,5 год.	24 год.	
рН	7,68	7,77	8,13	7,76	8,02	6-9,5
Азот аммонійний	0,71	0,98	1,02	1,02	0,99	2,0
Нітрити	1,47	1,46	1,65	1,47	1,7	0,7
Нітраи	26,6	16,34	22,37	18,3	19,75	35,6
Фосфати	12,11	6,91	6,3	7,58	6,28	3,5
Залізо	0,31	0,21	0,07	0,15	0,09	0,28

Асфальт є органічною речовиною, що складається з найбільш важких фракцій сирої нафти, тому і є схильним до порівняно швидкого руйнування. Завдяки антиоксидантним

властивостям ефективних мікроорганізмів очікувалося підвищення стійкості асфальтних сполук при додаванні ЕМ - препарату.

Результати досліджень питної води з ефективними мікроорганізмами в колодязі занесені в таблиці 11, води з автомийки «Бумер» - в таблиці 12, а для стічної води підприємства ТК «Велика кишеня» - в таблиці 13.

Таблиця 11

Результати впливу ЕМ - препаратів при очищенні питної води з колодязя, М-Віска

Елемент	Контрольний вміст, мг/дм ³	При внесенні ЕМ-кераміки 1шт, через 2 доби, мг/дм ³
Нітрати	833	642
Залізо	0,19	0,11

Таблиця 12

Результати впливу ЕМ - препаратів при очищенні води в автомийці «Бумер»

Елемент	Контроль	ЕМ-А, 1:100		ЕМ-А, 1:1000		ПДК
		2 год.	24 год.	2 год.	24 год.	
Фосфати, мг/дм	24	18		21,82		5
Залізо, мг/дм ³	11,41	8,52		9,12		1
Нафтопродукти	10,4	2,32	2,28	2,4	1,98	1,5
СПАР*	20,2	15,4	16,3	20,2	21,3	1

*СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини (аналіз виконується по аніонним, більш шкідливим)

Експеримент проводився з двома бітумінозних матеріалами (асфальтова емульсія і асфальт) шляхом вмішування в ці матеріали препаратів ЕМ-1, ЕМ-3, ЕМ-Х і ЕМ-керамічного порошку в кількості 5% від загальної маси і вивчення деградації механічних властивостей кожного з 8 зразків при високій температурі. Перевірялось межа міцності по Fraass і межа міцності при вигині. Було також проведено випробування на теплове старіння, тест з випробування товщина плівки в печі (TFOT), як тест по оксидації. Отримані дані випробувань дослідних зразків на злам і розтягнення ми порівняли з властивостями контрольних зразків.

При випробуваннях на міцність по Fraass асфальтова емульсія з домішками ЕМ-1 показала позитивний антиоксидантний ефект. Точка руйнування зразків асфальту з домішкою ЕМ-керамічного порошку виявилася значно нижчого, що підтвердило очікуваний ефект від дії ЕМ-препарату. Більш висока точка руйнування свідчить про підвищення його твердості, що викликає його розтріскування. Враховуючи той факт, що зміна точки руйнування всього на 2-3 °С викликає утворення тріщин, можна сказати, що ЕМ-керамічний порошок виявляє сильний позитивний вплив на асфальт.

Таблиця 13

Результати впливу ЕМ - препаратів при очищенні стічної води на підприємстві ТК
«Велика кишеня»

Показник	Контроль	При внесенні препарату ЕМ-А, 1:1000		ПДК
		1 час	2 часа	
РН	7,04	7,07	6,88	6-9,5
Вміст нафтопродукти, мг/дм ³	0,64	0,64	0,55	1,5
Вміст СПАВ, мг/дм ³	3,94	3,74	3,5	1
Вміст фосфатів, мг/дм ³	8,63	10,23	9,54	5
Вміст жирів, мг/дм ³	53	19,9	19,0	9,5

Так як результати цих досліджень застосовуються для підвищення міцності асфальтових сполук, вплив домішок ЕМ – препаратів на асфальт дуже важливий для аналізу явища утворення тріщин і деформацій асфальтових тротуарів. Ці результати відкривають можливість підвищити термін експлуатації асфальтових покриттів від 4 до 10 років. Одночасно це могло б забезпечити скорочення обсягів щорічного імпорту сирої нафти й дозволило б зменшити виділення в атмосферу небажаних викидів.

Висновки

1. Використання препаратів ЕМ-А за технологією, що передбачає 2-3-тижневу витримку після надходження забруднювача у ґрунт, поверхнєве розпушування верхнього горизонту, внесення ЕМ-А в дозі 20 мл/м² та висів травосуміші дозволить на протязі наступних 3-4 тижнів отримати зімкнутий трав'яний покрив. Це відновить природні властивості ґрунту та відпаде необхідність у проведенні затратних рекультиваційних робіт.

2. Застосування препарату ЕМ-А суттєво стимулювало ріст вегетативної маси, що призвело до значного розкладу тирси, зменшення об'єму і перетворення її в напіворганічні рештки.

3. При очищенні середовища від радіонуклідів застосування препаратів ЕМ-А виявило значний позитивний ефект для дерново-підзолистих та торф'яних ґрунтів Поліського регіону. Найбільш перспективним є використання препарату для вирощування кормів при відгодівлі худоби. Застосування ефективних мікроорганізмів на чорноземах, забруднених радіонуклідами, можна проводити в обмежених обсягах. Оскільки випробування препарату проведено в лабораторних умовах, обов'язково слід провести польові експерименти.

Література

1. Андреюк С.І., Валагурова Є.В., Основи екології ґрунтових мікроорганізмів / АН України, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного. – К.: Наукова думка, 1992. – 221 с.
2. ЕМ – технологія в рослинництві. – Кіровоград, 2005 – 25 с.
3. Кучма М.Д., Мозильниченко В.В., Перепелятнікова Л.В. Звіт про науково-дослідну роботу “Проведення досліджень щодо використання мікроорганізмів для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій”. – К.: Всеукраїнський НДІ Цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, 2006. – 20 с.