

УДК 631.46.631.445.41:631.84

ВПЛИВ ТИПУ ФІТОЦЕНОЗУ НА СПРЯМОВАНІСТЬ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТІ БАГАТОРІЧНОГО ПЕРЕЛОГУ

І. М. Малиновська

Національний науковий центр «Інститут землеробства Української академії аграрних наук»

Наведено результати вивчення чисельності мікроорганізмів, їх фізіологічної активності, напруженості процесів мінералізації та іммобілізації сполук азоту і вуглецю ґрунті перелогових ділянок з різним типом фітоценозу, екстенсивного та інтенсивного агроземів. Встановлено суттєвий вплив ботанічного складу фітоценозу на перебігання мікробіологічних процесів у ґрунті багаторічного перелогу.

Ключові слова: ґрунт, мікрофлора, фітоценоз.

Malynovska I.M. Effect of phytocenosis type on the microbiological process direction and intensity in soil of fallow land of long standing. The results of the study of microorganisms number, their physiological activity, mineralization process intensity, nitrogen and carbon compound immobilization in soil of fallow land plots with different phytocenosis type, extensive and intensive agrozems are adduced. The essential effect of botanical composition of phytocenosis on the course of microbiological processes in soil of fallow land of long standing is established.

Key words: soil, microorganism, phytocenosis.

Вступ

Розораність сільськогосподарських угідь в Україні протягом останніх десятиліть досягла 82-96%, що призвело до інтенсифікації ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунту складають 600 млн.т, у тому числі - близько 20 млн.т гумусу [1]. Одним із шляхів поліпшення екологічної ситуації в агроландшафтах є виведення ґрунтів із сільськогосподарського використання (2 млн.га – під ліси), або зміна їх цільового призначення – переведення під трав'янисті біогеоценози – 10 млн. га (Постанова Мінагрополітики України та Президії УААН, 2000 р.). Вилучання земельних угідь вимагає фундаментальних знань функціонування всіх рівней екосистеми, у тому числі, ґрунтового мікробіоценозу, який тісно пов'язаний з життєдіяльністю рослинного покриву. Згідно уявлень сучасної молекулярної біології, співіснування рослин і мікроорганізмів розглядається як функціонування єдиної генетичної системи, яка регулюється специфічними рослинними і бактеріальними генами [2].

З цієї точки зору, ботанічний склад фітоценозу, поряд з агрохімічними і фізичними властивостями ґрунту, повинен визначати стан бактеріального ценозу його ризосфери. Тому було розпочато дослідження впливу типу фітоценозу і способу використання ґрунту на чисельність і фізіологічну активність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп мікробіоценозу сірого лісового ґрунту.

Матеріали і методи

Дослідження були проведені на прикладі сірого лісового ґрунту на територіально близьких ділянках: 1,2,3 - ґрунт, виведений з сільськогосподарського використання у 1987 році, 1 - різнотравно-наземнокуничковий фітоценоз; 2 - різнотравно-високорайграсовий фітоценоз; 3 - різнотравно-валійськокострицево-високорайграсовий фітоценоз; 4-5 – агроземи стаціонарного дослідження, закладеного в 1987 році: 4 – контроль, польова сівозміна без використання мінеральних і органічних добрив (екстенсивний агрозем); 5 – польова сівозміна з насиченістю мінеральними добривами $N_{96}P_{108}K_{112,5}$ по фоні заорювання побічної продукції рослинництва (інтенсивний агрозем).

Відбір ґрунтових зразків проводили протягом другої третини вегетаційного періоду: 16 липня 2006 року в період 14-добової посухи і 10 липня 2007 року впродовж 30-добової посухи, яка перемажалася поодинокими дощами. На початку квітня 2007 року на перелогах відбулася пожежа середньої інтенсивності, в результаті якої на 90% площі вигоріло мохове покриття, лишайники, підстилка, підрост дерев.

Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп оцінювали методом посіву на відповідні поживні середовища [3]. Показник інтенсивності процесів мінералізації сполук азоту розраховували за Є.Н.Мішустіним і Е.В. Руновим [4], індекс педотрофності – за Д.І.Нікітіним і В.С.Нікітіною [5], активність процесу мінералізації гумусу – за І.С.Демкіною та Б.Н.Золотарьовою [6]

Вірогідність формування бактеріальних колоній (ВФК) визначали за методом *S.Ishikuri and T.Hattori*, який описано П.А.Кожевіним з спів.[7].

Фітотоксичні властивості ґрунту визначали з використанням рослинних біотестів (озима пшениця) за Н.А.Красильниковим [8].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням сучасних програм *Microsoft Excel*.

Результати та обговорення

В результаті проведених досліджень встановлено, що стан мікробіоценозів визначається, насамперед, фазою розвитку фітоценозу: до цвітіння кількість мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп збільшується, а у фазі досягання насіння – зменшується. Особливо контрастними у цьому відношенні є варіанти 2 і 3 (табл.1). В ризосфері різнотравно-високорайграсового фітоценозу (вар.2) чисельність мікроорганізмів набагато більша за різнотравно-валійськокострицево-високорайграсовий фітоценоз (вар.3): амоніфікаторів – у 3,50 рази, імобілізаторів мінерального азоту – в 1,74, олігонітрофілів – у 1,56, педотрофів – в 1,36, целюлолітиків – в 2,90, полісахаридсинтезуючих – в 1,32, автохтонних – в 1,41, стрептоміцетів – в 1,27, мобілізаторів мінеральних фосфатів – в 12,0, мобілізаторів орґанофосфатів – в 10,5 разів (дані 2006р). У 2007 році зберігається аналогічна тенденція - чисельність мікроорганізмів у ризосфері варіанту 2 перевищує відповідні показники варіанту 3: амоніфікаторів – на 113 %, імобілізаторів мінерального азоту – на 17,5, олігонітрофілів – на 133,6, педотрофів – на 152,3, полісахаридсинтезуючих – на 266,4, автохтонних – на 192, стрептоміцетів - на 54,0% (табл.2).

Згідно багаторічним даним, у ґрунті перелогу азотобактер виявляється у незначній кількості, що свідчить, на нашу думку, не про низький рівень родючості ґрунту, як вважали раніше [9,10], а лише про достатність мінерального живлення.

Фізіологічна активність мікроорганізмів, яку визначали через вірогідність формування колоній, вища у ґрунті фітоценозу варіанту 2 (дані 2006 року): амоніфікаторів – на 80%, імобілізаторів мінерального азоту – на 67,6, олігонітрофілів – на 26,5, нітрифікаторів – на 50,0, денітрифікаторів – на 282% і т.і. (табл.3). Відповідні дані 2007 року складають для: амоніфікаторів – 35,7%, імобілізаторів мінерального азоту – 23,3, олігонітрофілів – 39,5, мікроміцетів – 40,0% (табл.3). Така різниця пов'язана, на наш погляд, з тим, що фітоценоз варіанту 3 проходить максимум вегетативного розвитку раніше за фітоценози 1 і 2, і в період проведення досліджень більшість рослин знаходиться у фазі дозрівання насіння.

Стан мікробіоценозу ґрунту під різнотравно-наземнокуничковим фітоценозом (вар.1) близький до стану бактеріального ценозу варіанту 2, що обумовлено подібністю їх ботанічного складу. В ньому також збільшений вміст амоніфікаторів, імобілізаторів мінерального азоту, олігонітрофілів, денітрифікаторів, педотрофів, целюлозоруйнівних мікроорганізмів, полісахаридсинтезуючих мікроорганізмів, стрептоміцетів (табл.1,2). За фізіологічною активністю мікроорганізми ґрунту різнотравно-наземнокуничкового фітоценозу (вар.1) займають у 2006 році проміжне положення між варіантами 2 і 3, але у нітрифікаторів і олігонітрофілів вірогідність формування колоній найвища серед перелогових фітоценозів (табл.3). Однак у 2007 році ця залежність не спостерігається: ВФК мікроорганізмів має максимальне значення серед розрахованих показників у амоніфікаторів і педотрофів, середнє або мінімальне значення - у денітрифікаторів, мікроміцетів, мобілізаторів мінеральних фосфатів) (табл.4).

Особливістю 2007 року є велика чисельність мікроорганізмів, які деструкують органічні сполуки фосфору. Якщо у 2005-2006 роках максимальна кількість цих мікроорганізмів спостерігалась у ґрунті інтенсивного агрозему і складала 25,1-31,4 млн. КУО/г, то у 2007 році відповідний показник склав 73,1 млн. КУО/г. Набагато більшими у 2007 році були також показники вмісту мобілізаторів орґанофосфатів в інших варіантах використання сірого лісового ґрунту.

Для порівняння мікробіологічних процесів, які проходять при вилученні ґрунтів, з тими, що протікають під антропогенним впливом, вивчали стан мікробіоценозів двох агроземів: екстенсивного (в таблиці -вар.4) і інтенсивного (вар.5). Як видно з даних таблиці 1, кількісний склад мікробіоценозів перелогових ділянок 1 і 2 подібний до стану мікробіоценозу агроземів. Суттєвою різницею є низька чисельність азотобактеру у перелоговому ґрунті і високий вміст нітрифікаторів, який перевищує відповідний показник екстенсивного агрозему на 56,9-88,1%, інтенсивного агрозему – на 94,5-133%. У 2007 році перелогові ділянки значно відрізняються від агроземів і більш подібні одна до одної за кількісним складом мікробіоценозів (табл.2).

Згідно багаторічним даним, денітрифікація найбільш активно протікає у ґрунті інтенсивного агрозему внаслідок внесення екзогенних легкодоступних сполук азоту мінеральних добрив, менш активно - в ґрунті перелогу, і найменш активно - в екстенсивному агроземі. За отриманими даними, чисельність денітрифікаторів максимальна на перелогових ділянках 1, 2 і мінімальна - у ґрунті інтенсивного агроценозу і варіанті перелогу 3. Більш висока активність денітрифікації у ґрунті перелогу може бути пояснена ущільненням ґрунту, виведеного з сільськогосподарського обробітку, більшою густиною рослин на одиниці площі, а отже, і більшою активністю процесів симбіотичної, асоціативної і незалежної від рослин азотфіксації, які призводять до зростання вмісту сполук азоту у ґрунті перелогу і на кінцевому етапі циклу азоту можуть бути субстратами для проходження більш інтенсивної денітрифікації.

Суттєвою різницею з багаторічними даними є зменшення у ґрунті екстенсивного варіанту чисельності полісахаридсинтезуючих мікроорганізмів і збільшення чисельності мобілізаторів мінеральних і органічних фосфатів.

Таблиця 1. Вплив типу фітоценозу на чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті багаторічного перелогу, млн. КУО*/ г абсолютно сухого ґрунту, дані 2006 року

№	Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, %оброблення грудочок ґрунту	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйні вні бактерії	Полісахаридсинтезуючі	Автохтонні	Стрептоміцети	Мікроміцети	М-и, які мобілізують мінеральні фосфати	М-и, які мобілізують органічні фосфати
1	Перелог, різнотравно-наземно-куничковий фітоценоз	31,6	29,9	41,9	15,3	42,2	113,3	25,8	11,7	4,80	159,3	17,5	60,1	3,43	6,87
2	Перелог, різнотравно-високо-райграсовий фітоценоз	44,5	31,0	37,9	0	46,9	144,8	25,2	16,9	9,00	152,3	13,1	47,7	18,6	35,8
3	Перелог, різнотравно-валійсько-кострицево-високо-райграсовий фітоценоз	12,7	17,8	24,3	14,7	50,6	9,75	18,5	5,81	6,84	108,1	10,3	31,4	1,54	3,42
4	Агрозем, без добрив, пшениця	35,9	35,7	45,6	100	26,9	20,4	33,3	16,7	0,34	166,6	15,0	41,1	9,86	4,76
5	Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, пшениця	23,0	27,4	40,3	47,2	21,7	9,64	29,8	14,9	1,69	204,4	12,9	45,7	4,40	2,37
	НІР ₀₅	4,2	1,8	3,5	5,2	3,4	10,2	3,4	4,7	3,0	7,0	2,9	4,0	2,0	3,1

Таблиця 2. Вплив типу фітоценозу на чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті багаторічного перелогу, млн. КУО*/ г абсолютно сухого ґрунту, дані 2007 року

№	Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, %обростання грудочок ґрунту	Денітрифікатори	Педотрофи	Целлозоруйні вні бактерії	Полісахаридсинтезуючі	Автохтонні	Стрептоміцети	Мікроміцети	Мобілізатори мінерал. фосфатів	Кг	Мобілізатори органофосфатів
1	Перелог, різнотравно-наземно-куничковий фітоценоз	192,8	191,1	81,3	0	126,0	108,8	74,4	7,25	22,3	55,0	59,9	3,0	1,15	65,9
2	Перелог, різнотравно-високо-райграсовий фітоценоз	267,5	123,8	80,6	0	17,4	194,5	47,5	4,25	29,2	40,5	92,6	1,0	0,40	46,3
3	Перелог, різнотравно-валійсько-кострицево-високо-райграсовий фітоценоз	125,3	105,4	34,5	0	17,4	77,1	55,2	1,16	10,0	26,3	91,3	3,0	0,68	51,0
4	Агрозем, без добрив, горох	30,5	82,8	45,2	98,7	2,78	56,2	45,7	6,66	27,0	25,2	25,2	23,2	0,983	36,3
5	Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, горох	68,5	81,4	42,0	82,0	10,5	96,8	54,3	4,06	31,0	35,5	30,4	27,2	1,20	373,1
	НІР ₀₅	14,1	16,4	5,2	6,0	5,8	9,3	3,4	1,8	3,8	8,0	4,2	1,9		4,2

Таблиця 3. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті різноцільового використання, λ , год⁻¹ 10⁻², дані 2006 року

№	Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйніві бактерії	Автохтонні	Мікроміцети	М-и, які мобілізують мінеральні фосфати	Маса 100 рослин тест-культури – озимої пшениці, г		
												стебел	коріння	загальна маса
1	Перелог 1987р, різнотравно-наземно-куничковий фітоценоз	1,60	4,40	5,50	1,56	0,76	3,10	7,10	1,55	3,90	7,20	6,22	6,46	12,7
2	Перелог 1987р, різнотравно - високо-райграсовий фітоценоз	3,60	6,20	4,30	1,50	13,0	3,00	3,40	1,19	4,40	8,90	6,46	5,86	12,3
3	Перелог 1987р, різнотравно- валійсько-кострицево - високо-райграсовий фітоценоз	2,00	3,70	3,40	1,00	3,40	2,60	15,2	1,40	4,30	5,30	6,40	5,60	12,0
4	Агрозем, без добрив, пшениця	3,20	4,40	9,80	0,90	1,50	3,70	4,10	1,46	2,30	3,70	5,26	5,84	11,1
5	Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, пшениця	1,40	3,50	5,00	0,66	15,6	1,90	9,20	2,09	3,00	1,20	4,98	4,58	9,56
	НІР ₀₅	0,35	0,6	0,8	0,3	0,5	0,7	2,8	0,3	0,6	1,0	0,2	0,2	

Таблиця 4. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів (λ , год⁻¹ 10⁻²) та показники інтенсивності мінералізаційних процесів у сірому лісовому ґрунті з різним типом фітоценозу, дані 2007 року

Вірогідність формування колоній мікроорганізмів										Коефіцієнт мінералізації азоту	Індекс педотрофності	Активність мінералізації гумусу %	Коефіцієнт опідзоленості
Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Денітрифікатори	Педотрофи	Целюлоруйнівні бактерії	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Мобілізатори органічних фосфатів				
Перелог, різнотравно-наземно-куничковий фітоценоз	5,5	4,3	5,0	0,20	4,6	5,1	1,7	1,7	2,3	0,99	0,56	20,5	0,42
Перелог, різнотравно - високо-райграсовий фітоценоз	3,8	5,3	6,0	0,96	4,4	5,3	2,8	3,6	1,4	0,46	0,73	15,0	0,30
Перелог, різнотравно-валійсько-кострицево - високо-райграсовий фітоценоз	2,8	4,3	4,3	4,70	4,3	6,6	2,0	3,1	3,5	0,84	0,61	13,0	0,28
Агрозем, без добрив, горох	1,4	2,8	4,6	0,89	4,0	5,9	1,6	4,2	0,9	2,71	1,84	48,0	1,48
Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, горох	2,8	5,6	7,6	0,24	4,7	7,2	1,2	4,8	1,6	1,19	1,41	32,1	0,61
НІР ₀₅	1,2	0,9	1,4	0,5	0,1	0,1	0,35	0,4	0,5				

Оскільки бактеріальні полісахариди інтенсифікують мобілізацію мінеральних елементів із нерозчинних форм [11], то зростання чисельності полісахаридсинтезуючих бактерій можна розглядати як пристосування мікробіоценозу до нестачі мінеральних елементів. Причиною суттєвого покращення поживного режиму ґрунту і збільшення чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп в ґрунті екстенсивного варіанту може бути заорювання побічної продукції попередника. Проведене у 2005 році заорювання зеленої біомаси озимого ріпаку вплинуло також на фітотоксичність ґрунту, яка, за багаторічними даними, була максимальною в екстенсивному варіанті. Однак, у 2006 році фітотоксичність ґрунту екстенсивного варіанту була нижчою за відповідний показник інтенсивного агроценозу, але, як і раніше, істотно більшою за токсичність ґрунту перелогу (табл.2).

Характерною особливістю 2007 року порівняно з минулими роками є низьке значення показників інтенсивності мінералізаційних процесів (табл. 3,4). Зокрема, ґрунт багаторічного перелогу характеризується меншим індексом педотрофності, коефіцієнтами опідзоленості і мінералізації азоту. Фітотоксичність ґрунту багаторічного перелогу була найменшою в усі досліджені роки, однак вплив пожежі призвів до зростання його фітотоксичності, в результаті чого він займає останню позицію разом з екстенсивним агроземом. Найменш токсичним виявився ґрунт ділянки з різнотравно-валійсько-кострицевим фітоценозом (вар3).

За напруженістю мінералізації сполук азоту і органічної речовини ґрунту у 2006 році відрізнявся мікробіоценоз варіанту 3 перелогу та інтенсивного агрозему. У мікробіоценозі варіанту 2 перелогу та екстенсивному агроземі процеси мінералізації проходили менш інтенсивно. У 2007 році, навпаки, максимальною інтенсивністю мінералізаційних процесів характеризується екстенсивний агрозем, потім – інтенсивний агрозем, перелогові ділянки характеризуються мінімальною інтенсивністю мінералізації як органічних речовин, так і сполук азоту (табл.4).

Активність мінералізації гумусу, незважаючи на коливання чисельності автохтонних мікроорганізмів, мінімальна у ґрунті варіанту 3 – в 3,7 і 2,46 разів нижча за відповідні показники ґрунту екстенсивного і інтенсивного агроземів (табл.4). Порівняння між собою агроземів показало, що як і у минулому році чисельність мікроорганізмів у ґрунті інтенсивного агроценозу більша за екстенсивний агрозем: амоніфікаторів – на 124,6 %, денітрифікаторів – на 27,8, педотрофів – на 72,2, целюлозоруйнівних – на 18,8, стрептоміцетів – на 14,8, мобілізаторів органофосфатів – на 101,3%. Також, як і у минулому році, кількість олігонітрофілів і мікроміцетів в обох агроземах приблизно однакова. На відміну від минулих років, чисельність азотобактеру у інтенсивному агроземі підвищилася з 1,33 до 82,0%, можливо завдяки культурі, яка вирощувалася у 2007 році – гороху. На відміну від минулих років, вміст іmobilізаторів мінерального азоту в ґрунті інтенсивного варіанту невеликий і не перевищує відповідний показник екстенсивного агрозему. Полісахаридсинтезуючих мікроорганізмів, також як і раніше, більше (на 64%) в екстенсивному агроземі, що вказує на нестачу мінеральних елементів.

На відміну від минулих років, коли найбільш токсичним був ґрунт екстенсивного агроценозу, у 2007 році токсичність обох агроземів приблизно однакова.

Порівняння стану мікробіоценозів агроземів з перелоговими ділянками показує, що більш близьким до природного, перелогового стану є стан мікробіоценозу інтенсивного агрозему. Про це свідчить як чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп, так і інтенсивність мінералізаційних та іmobilізаційних процесів.

Стан мікробіоценозу інтенсивного агрозему характеризується максимальною фізіологічною активністю мікроорганізмів агрономічно цінних еколого-трофічних груп, яка перевищує відповідний показник екстенсивного агрозему: амоніфікаторів – на 100%, іmobilізаторів мінерального азоту – на 100, олігонітрофілів – на 65,2, педотрофів – на 17,5, целюлозоруйнівних – на 22,0, мобілізаторів мінерального фосфору – на 14,3, мобілізаторів органофосфатів – на 77,8% (табл4).

Таким чином, стан мікробіоценозу перелогових ділянок сірого лісового ґрунту залежить, значною мірою, від ботанічного складу фітоценозу, його фази розвитку, і за основними характеристиками і напруженістю мінералізаційних процесів більш подібний до мікробіоценозу інтенсивного агрозему.

Висновки

1. Стан мікробіоценозу ґрунту перелогу залежить від ботанічного складу фітоценозу: за подібного складу фітоценозів спостерігаються однакові закономірності розвитку мікробіоценозів їх ризосфер.
2. Стан мікробіоценозів ґрунту перелогу з різнотравно-наземно-куничковим і різнотравно - високо-райграсовим фітоценозами більш подібний за основними характеристиками і напруженістю мінералізаційних процесів до мікробіоценозу інтенсивного агрозему, ніж мікробіоценоз ризосфери різнотравно - валійсько-кострицево - високо-райграсового фітоценозу.

Література

1. Сайко В.Ф., Боговін А.В., ін. Відновлення трав'янистих біогеоценозів на вилучених з обробітку орних землях // Вісник аграрної науки. –2006. -№ 9. – С.8-12.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / Под ред. Тихоновича И.А., Круглова Ю.В. – М., 2005. – 154с.
3. Тетер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа. – 2004. – 256 с.

4. *Мишустин Е.Н., Рунов Е.В.* Успехи разработки принципов микробиологического диагностирования состояния почв // Успехи современной биологии. – М.: АН СССР, 1957. – Т.44. – С. 256-267.
5. *Никитин Д.И., Никитина В.С.* Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты растений. – М.: Наука. – 1978. – 205 с.
6. *Демкина Т.С., Золотарева Б.Н.* Микробиологические процессы в почвах при различных уровнях интенсификации земледелия // Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс. – 1986. – С.101-103.
7. *Кожевин П.А., Кожевина Л.С., Болотина И.Н.* Определение состояния бактерий в грунте // Доклады АН СССР. – 1987. – т.297., № 5. - С.1247 -1249.
8. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов (*Ответственный редактор Н.А. Красильников*). – М.: МГУ. – 1966. – 162с.
9. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / *Андрейок К.І., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф. та ін.* – К.: Обереги, 2001. – 240с.
10. *Мишустин Е.Н.* Микробиологическая диагностика состояния почвы// Советская агрономия. – 1946. - №10. – С.61-67.
11. *Малиновська І.М.* Агроекологічні основи мікробіологічної трансформації біогенних елементів ґрунту / Автореф. доктор. дис. . – Київ, 2003. – 34 с.

Стаття постувила до редакції 06.07.2008 р.; прийнята до друку 12.08.2008 р.

Малиновська І. М. – доктор сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства Української академії аграрних наук».

Рецензент: Доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Волощук М. Д.