

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ У ПЕРЕЛОГАХ РІЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ

Малиновська І.М.

ННЦ «Інститут землеробства НААН»,
вул. Машинобудівників 2Б, смт. Чабани,
Київська обл., 08162, Україна
E-mail: patent_zemlerob@mail.ru

Досліджували спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті перелогів різної тривалості (дворічного, дев'ятирічного і 22-річного) порівняно з ґрунтами агроценозів. Встановлено, що зі зростанням тривалості перелогу зменшується інтенсивність освоєння органічної речовини, активність мінералізації гумусу і фітотоксичність ґрунту. Інтенсивний агрозем характеризується вищою порівняно з екстенсивним агроземом активністю мінералізації органічної речовини, азотовмісних сполук і нижчою активністю мінералізації гумусу та фітотоксичністю.

Ключові слова: мікробоценоз, переліг, еколого-трофічні групи мікроорганізмів, мінералізація, гумус, фітотоксичність.

У сучасних системах землеробства все більшої актуальності набуває оптимізація співвідношення типів земельних угідь, одним із яких є перелоги. Перебування ґрунтів у перелоговому стані сприяє урівноваженню процесів синтезу і деградації гумусу, інших органічних і органо-мінеральних комплексів, які забезпечують потенційну родючість ґрунтів, оптимізуються фізичні та агрохімічні властивості ґрунтів, активізуються ґрунтоутворні процеси. Перелоги, поряд із пасовищами і лісонасадженнями, є чинниками стабілізації стану агроценозів [1]. Проте, вилучення земельних угідь з ріллі не повинно носити стихійного характеру, а має проводитися з урахуванням фундаментальних закономірностей функціонування екосистем на всіх рівнях їхньої організації. Діагностування спрямованості ґрунтових процесів у ході самовідновлення ґрунтів доцільно проводити за мікробіологічними показниками, що дозволяє показати зміни, які неможливо виявити іншими методами

[2]. Перевагою мікробіологічних методів досліджень є також і те, що вони дозволяють дослідити спрямованість саме агрономічно значимих процесів: мінералізації та імобілізації азотовмісних сполук, нітрифікації, азотфіксації, денітрифікації, розкладання органічних речовин, гумусу і т. ін.

Завданням наших досліджень було вивчення спрямованості та інтенсивності мікробіологічних процесів у ґрунтах перелогів різної тривалості порівняно з ґрунтами агроценозів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на сірому лісовому ґрунті на територіально близьких ділянках: 1 – ґрунт, виведений із сільськогосподарського використання у 1987 році (багаторічний переліг), тип фітоценозу – валіськокострицевий; 2 – ґрунт, виведений із сільськогосподарського використання у 2000 році (малорічний переліг), тип фітоценозу – наземно-куничниковий; 3 – ґрунт, виведений із сільськогосподарського використання у 2007 році (дворічний переліг), тип фітоценозу – різнотрав'я; 4–5 – агроземи стаціонарного дослідження, закладеного в 1987 році: 4 – контроль, польова сівозміна без використання мінеральних і органічних добрив (екстенсивний агрозем), культура – кукурудза; 5 – польова сівозміна з насиченістю мінеральними добривами $N_{96}P_{108}K_{112,5}$ по фоні заорювання побічної продукції рослинництва (інтенсивний агрозем), культура – кукурудза.

Відбір ґрунтових зразків проводили протягом вегетаційного періоду 2009 року в періоди з нормальними гідротермічними умовами. Чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп оцінювали методом висіву розведень ґрунтової суспензії на відповідні загальні, елективні та спеціальні поживні середовища [3]. Показник інтенсивності процесу мінералізації сполук азоту розраховували за Є.Н. Мішустіним і Е.В. Руновим [4], індекс педотрофності – за Д.І. Нікітіним та В.С. Нікітіною [5], активність процесу мінералізації гумусу – за І.С. Демкіною та Б.Н. Золотарьовою [6]. Коефіцієнт питомої фосфатмобілізувальної активності визначали на агаризованому середовищі Муромцева за розробленим нами методом [7].

Кількість колоній підраховували впродовж 21 доби в залежності від швидкості росту і фізіологічних особливостей

мікроорганізмів певної еколого-трофічної групи. Вірогідність формування бактеріальних колоній (ВФК) визначали за методом S. Ishikuri та T. Hattori, який описано П.А. Кожевіним з співавт. [8]. Фітотоксичні властивості ґрунту визначали за використання рослинних біотестів (пшениця озима) [9].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм Microsoft Excel. Отримані дані порівнювали з результатами досліджень, проведених у попередні роки.

Результати та обговорення. Як видно з даних табл. 1, найбільшою чисельністю мікроорганізмів характеризується мікробіоценоз багаторічного перелогу та інтенсивного агрозему. У ґрунті багаторічного перелогу розвивається більше мікроорганізмів циклу азоту порівняно з дворічним перелогом: амоніфікувальних – на 54,5 %, імобілізаторів мінерального азоту – 16,8, олігонітрофілів – 99,0, нітрифікаторів – на 114,3 %. Разом з тим, мікробіоценоз багаторічного перелогу містить менше мікроорганізмів циклу вуглецю: педотрофів – на 107,9 %, целюлозоруйнівних – 19,1, полісахаридсинтезувальних – 260,3, автохтонних – на 270,1 %. Отже, чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних і функціональних груп у ґрунті перелогу змінюється з часом його перебування у перелоговому стані.

Це підтверджується агрохімічними даними, зокрема, вміст лужногідролізованого азоту зі зростанням тривалості перелогу збільшується на 42,9 %, вміст нітратної форми азоту знижується до кількості, яка не визначається аналітичними методами, вміст амонійної форми азоту знижується на 60-100 %, вміст рухомого фосфору – на 32,5 % (табл. 2). При цьому ступінь рухомості фосфору в ґрунтах перелогів різної тривалості є майже однаковим.

Однією з найбільш показових характеристик стану ґрунту стану ґрунту з точки зору забезпеченості мінеральними сполуками є вміст полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів. До 2007 р. екстенсивний агрозем характеризувався більшою (на 33–64 %) чисельністю полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів, однак пізніше в інтенсивному агроземі чисельність цих бактерій підвищилася і на сьогодні перевищує чисельність полісахаридсинтезувальних бактерій у екстенсивному агроземі в 6,0 разів (табл. 1).

Таблиця 1. Чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті перелогів різної тривалості та агроземів, млн КУО*/г сухого ґрунту, 2009 р.

Варіанти	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азобактер, % обростання грудочок ґрунту	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Целлозоруйивні	Полісахарид-синтезувальні	Автохтонні	Стрептоміцети	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Мобілізатори орґанофосфатів
Переліг з 1987 р., валіськокострицевий фітоценоз	30,9	65,9	41,0	96,7	0,30	4,83	53,0	31,4	1,21	5,62	17,2	0,31	10,0	50,5
Переліг з 2000 р., наземнокуничниковий фітоценоз	12,1	57,7	41,8	0	0,20	12,4	52,6	32,8	2,52	7,32	6,49	0,23	2,52	1,44
Переліг з 2007 р., різнотрав'я	20,0	56,4	20,6	92,0	0,14	119,8	110,2	37,4	4,36	20,8	15,6	0,17	10,3	0,01
Агрозем, без добрив, кукурудза	21,4	26,2	32,1	100,0	0,24	10,5	32,9	62,8	1,48	26,3	8,49	0,17	8,86	1,11
Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} +побічна продукція рослинництва, кукурудза	30,1	76,9	65,0	50,7	0,15	50,1	79,5	88,9	8,91	25,7	35,3	0,25	18,4	10,0
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

Примітка: КУО* – колонієутворююча одиниця

Таблиця 2. Агрохімічні показники сірого лісового ґрунту перелогів різної тривалості та агроземів, 2009 р.

Варіанти	Вміст, мг/кг					Ступінь рухомості, P ₂ O ₅ , мг/100 г
	N лужногідролізований	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Переліг з 1987 р., валіськокострицевий фітоценоз	84,0	відсут.	1,25	200,0	82,5	0,24
Переліг з 2000 р., наземнокуничниковий фітоценоз	63,0	відсут.	1,00	225,0	62,5	0,23
Переліг з 2007 р., різно трав'я	58,8	1,50	2,00	265,0	76,0	0,24
Агрозем, без добрив, кукурудза	64,4	4,50	1,75	225,0	59,0	0,21
Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, кукурудза	68,6	64,6	2,00	600,0	254,0	0,66
НІР ₀₅	2,05	0,85	0,56	10,7	10,2	0,04

Отже, групу полісахаридсинтезувальних бактерій не можна розглядати як індикаторну на нестачу мінеральних сполук у ґрунті, оскільки їх кількість залежить від інших факторів: інтенсивності розвитку фітоценозу, кількості корневих виділень, співвідношення вуглецю до азоту, яке змінюється за внесення мінеральних і органічних добрив, заорювання побічної продукції і т. ін. Використовувати чисельність полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів як індикаторну ознаку можна, на нашу думку, лише за порівняння варіантів досліду, які відрізняються за одним фактором впливу.

Протягом всього періоду спостережень ґрунт багаторічного перелогу характеризувався більшим вмістом клітин азотобактера, ніж ґрунт малорічного перелогу [10–11], що підтверджується даними вегетаційного періоду 2011 року (табл. 1). Раніше ми пов'язували це з тривалістю перебування ґрунту у перелоговому стані і

вважали, що з часом ґрунт малорічного перелогу набуде таких властивостей, які забезпечать розмноження азотобактера. Однак, протягом періоду спостережень цього не відбувається, і ґрунт малорічного перелогу містить таку ж чисельність азотобактера, як і після виведення з обробітку (2000 р.). До того ж, ґрунт перелогу з 2007 р. у варіанті спонтанного відновлення фітоценозу протягом всього існування характеризується високим вмістом азотобактера (96–98 %) [10]. Отже, за попередніми даними, розповсюдження азотобактера в ґрунтах перелогів залежить не від тривалості перелогового стану, а від типу фітоценозу, агрохімічних характеристик ґрунту, передісторії ґрунту, тощо. Зокрема, використання таких агроприймів, як скошування, внесення мінеральних добрив і вапнування, сприяє зростанню чисельності азотобактера у ґрунті малорічного перелогу до 18 % [12].

Максимальною чисельністю азотобактера протягом багатьох років характеризується екстенсивний агрозем [10-11], зокрема, за вирощування кукурудзи вміст азотобактера у екстенсивному агроземі перевищує його вміст в інтенсивному агроземі на 97,2 % (табл. 1). Ці спостереження свідчать про неможливість використання показників чисельності азотобактера як індикатора ефективної родючості ґрунту [13].

Чисельність мікроорганізмів різних груп у інтенсивному агроземі є набагато вищою за екстенсивний агрозем: амоніфікувальних у 1,41 раза, імобілізаторів мінерального азоту – 2,94, олігонітрофілів – 2,03, денітрифікаторів – 4,77, педотрофів – 2,42, полісахаридсинтезувальних – 6,02, стрептоміцетів – 4,16, мобілізаторів мінеральних і органічних фосфатів – у 2,08 і 9,0 раз, відповідно (табл. 1). Мікроорганізми інтенсивного агрозему мають вищу фізіологічну активність порівняно з мікроорганізмами екстенсивного агрозему (табл. 3). Так, ВФК амоніфікаторів інтенсивного агрозему перевищує ВФК амоніфікаторів екстенсивного агрозему в 7,15 раза, імобілізаторів мінерального азоту – 1,32, денітрифікаторів – 13,4, целюлозоруйнівних мікроорганізмів – у 4,13 раза. Разом з тим, фізіолого-біохімічна активність нітрифікаторів, мобілізаторів мінеральних і органічних фосфатів вища у мікроорганізмів екстенсивного агрозему.

Таблиця 3. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів (λ , год⁻¹•10⁻²) у сірому лісовому ґрунті перелогів різної тривалості та агроземів, 2009 р.

Варіанти	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педографи	Автохтонні	Целюлозо-руйнівні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Мобілізатори органічних фосфатів
Переліг з 1987 р., валіськокострицевий фітоценоз	1,28	0,17	2,89	0,22	2,70	2,71	0,30	7,37	3,21	3,47	8,11
Переліг з 2000 р., наземнокуничниковий фітоценоз	2,52	0,16	6,02	0,08	6,79	5,85	0,57	5,22	1,53	2,28	3,32
Переліг з 2007 р., різнотрав'я	3,29	0,76	4,73	0,26	5,78	2,07	0,86	1,62	1,48	3,43	2,61
Агрозем, без добрив, кукурудза	0,62	0,72	11,1	0,84	1,69	1,83	1,13	0,56	2,71	7,40	3,18
Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, кукурудза	4,43	0,95	11,8	0,50	22,6	2,02	1,10	2,31	2,95	6,49	1,65

Таблиця 4. Показники інтенсивності мінералізаційних процесів і фітотоксичні властивості сірого лісового ґрунту перелогів різної тривалості та агроземів, 2009 р.

Варіанти	Індекс педотрофності	Коефіцієнт оліготроф-ості	Коефіцієнт мінералізації азоту	Активність мінералізації гумусу, %	Маса 100 рослин тест-культури – пшениці озимої, г		
					стебло	коріння	загальна маса
Переліг з 1987 р., валіськокострицевий фітоценоз	1,72	0,28	2,13	10,6	13,5	8,65	22,2
Переліг з 2000 р., наземно-куничниковий фітоценоз	4,35	3,45	4,77	13,9	8,02	7,58	15,6
Переліг з 2007 р., різнотрав'я	5,51	1,03	2,67	18,9	8,88	9,66	18,5
Агрозем, без добрив, кукурудза	1,54	1,50	1,22	79,9	6,70	8,08	14,8
Агрозем, N ₉₆ P ₁₀₈ K _{112,5} + побічна продукція рослинництва, кукурудза	2,64	2,16	2,55	32,3	8,10	9,50	17,6
НІР ₀₅					0,40	0,52	1,10

Із зростанням тривалості перелогу зменшується інтенсивність освоєння органічної речовини ґрунту в 1,27 і 3,20 рази для перелогу з 2000 і 1987 років, відповідно (табл. 4). Активність мінералізації гумусу також знижується зі зростанням тривалості перелогу на 36,0 і 78,3 %, відповідно. Таким чином, у результаті виведення ґрунту з сільськогосподарського використання в ньому суттєво уповільнюються процеси мінералізації органічної речовини і гумусу.

Згідно багаторічних спостережень, інтенсивність мінералізації органічної речовини, азотовмісних сполук в інтенсивному агроземі є вищою за інтенсивність мінералізації цих сполук в екстенсивному агроземі [10–11]. І, навпаки, інтенсивність мінералізації гумусових сполук вища в екстенсивному агроземі, зокрема, у 2009 р. вона склала 79,9 %, для порівняння – в інтенсивному агроземі – 32,3 % (табл. 4). Отже, відсутність мінерального і органічного удобрення протягом 22 років призводить до суттєвої активізації процесів деградації гумусу в екстенсивному агроземі. Найнижчою активністю мінералізації гумусу характеризується ґрунт багаторічного перелогу, потім – малорічного і дворічного перелогів.

Зі зростанням тривалості перелогу зменшується також фітотоксичність ґрунту [10–11]. Так, фітотоксичність ґрунту багаторічного перелогу нижча за відповідні показники ґрунту малорічного перелогу на 42,3 %, а дворічного – на 20,0 % (табл. 4).

Таким чином, перебування сірого лісового ґрунту у перелоговому стані сприяє покращенню його стану, зокрема, зменшується фітотоксичність та інтенсивність мінералізації гумусових сполук, уповільнюється розкладання органічної речовини. Аналогічні процеси проходять у інтенсивному і екстенсивному агроземі. Отже, набути стану рівноваги ґрунт може в результаті різних процесів: самовідновлення у стані перелогу або підтримки за рахунок внесення екзогенних джерел макроелементів (мінеральні добрива) та вуглецю (заорювання побічної продукції рослинництва).

1. Боговін А.В. Трав'янисті біогеоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання /А.В. Боговін, І.Т. Слюсар, М.К. Царенко. – К. : Аграрна наука, 2005. – 360 с.

2. Перспективы развития биологии почв //Перспективы развития почвенной биологии /Под. ред. Д.Г. Звягинцева. – М. : Изд-во Макс Пресс, 2001. – С. 10–21.

3. Методы почвенной микробиологии и биохимии /ред. Д.Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

4. Мишустин Е.Н. Успехи разработки принципов микробиологического диагностирования состояния почв /Е.Н. Мишустин, Е.В. Рунов //Успехи современной биологии. – М. : АН СССР, 1957. – Т. 44. – С. 256–267.

5. Микитин Д.И. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты растений /Д.И. Никитин, В.С. Никитина. – М. : Наука, 1978. – 205 с.

6. Демкина Т.С. Микробиологические процессы в почвах при различных уровнях интенсификации земледелия /Т.С. Демкина, Б.Н. Золотарева //Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс, 1986. – С. 101–103.

7. Малиновская И.М. Определение фосфатрастворяющей активности микроорганизмов на жидкой и агаризованных средах /И.М. Малиновская //Агроекол. журн. – 2002. – № 3. – С. 68–71.

8. Кожевин П.А. Определение состояния бактерий в грунте /П.А. Кожевин, Л.С. Кожевина, И.Н. Болотина //Докл. АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 5. – С. 1247–1249.

9. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов /Под ред. Н.А. Красильникова. – М. : МГУ, 1966. – 162 с.

10. Малиновська І.М. Формування мікробіоценозів ґрунту за різних способів відтворення рослинних угруповань /І.М. Малиновська, А.В. Боговін, М.М. Пташнік //Землеробство. – К. : Нора Прінт, 2009. – Вип. 81. – С. 105–118.

11. Малиновська І.М. Перебіг мікробіологічних процесів у перелогах та агроземах /І.М. Малиновська, О.П. Сорока //Ґрунтознавство. – 2011. – Т. 12, № 3–4 (19). – С. 84–91.

12. Малиновська І.М. Стан мікробіоценозу малорічного перелугу за мінерального удобрення /І.М. Малиновська, О.П. Сорока //Зб. наук. праць Інституту землеробства. – К. : Ексмо, 2009. – Вип. 4. – С. 29–34.

13. Драч Ю.О. Зміна мікробіологічних процесів сірого лісового ґрунту за застосування мікробних препаратів у технології вирощування

ріпаку ярого /Ю.О. Драч, П.С. Вишнівський, Л.В. Губенко //С.-г. мікробіологія: здобутки та перспективи. Зб. наук. праць (до 50-річчя від дня заснування Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН). – Чернігів : ЦНП, 2011. – С. 183–191.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ ЗАЛЕЖЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Малиновская И.М.

ННЦ «Институт земледелия НААН», Чабаны

Исследовали направленность микробиологических процессов в почве залежей разного возраста (двух-, девяти- и 22-летней) в сравнении с агроземами. Установлено, что с увеличением возраста залежи снижается интенсивность освоения почвенного органического вещества, активность минерализации гумуса и фитотоксичность. Интенсивный агрозем характеризуется более высокой по сравнению с экстенсивным агроземом активностью минерализации органического вещества, азотсодержащих соединений и более низкой активностью минерализации гумуса и фитотоксичностью.

Ключевые слова: микробиоценоз, залежь, восстановление, эколого-трофические группы, минерализация, гумус, фитотоксичность.

MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN FALLOW LANDS OF DIFFERENT AGE

Malynovska I.M.

National Scientific Center «Institut of Agriculture» NAAS, Chabany

The orientation of microbiological processes in soil deposits of various ages: two, nine and twenty two years old in comparison with agrozems was studied. It was found that with the increase of the deposits age the intensity of the development of soil organic matter, humus mineralization activity and phytotoxicity was lower. Intensive agrozem was characterized with higher activity mineralization of organic matter, nitrogen compounds and a low level of mineralization of humus and phytotoxicity compared with the extensive agrozems.

Key words: *microbiocoenosis, reservoir, restoration, ecological-trophic groups, mineralization, humus, phytotoxicity.*