

УДК 631.46.631.445.41:631.84

**І. М. Малиновська, М. А. Ткаченко,**  
 доктори сільськогосподарських наук  
 ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

### **ЧИСЕЛЬНІСТЬ ТА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА АКТИВНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ГОРИЗОНТІВ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ**

Особливий інтерес дослідження розподілу мікроорганізмів по ґрунтовому профілю представляється у світлі опублікованих даних про те, що мікробна біомаса відносно рівномірно розподілена по всій товщі сірого лісового, дерново-підзолистого, чорноземного, каштанового ґрунтів [1] та торфовищ [2,3]. Сформульовано уявлення про вертикально-ярусну структуру мікробних угруповань, які розглядаються як складові цілісних екосистем [4]. Встановлено, що для кожного ярусу екосистем характерні власні межі коливань чисельності і таксономічного складу мікроорганізмів. При цьому, за всіх типів ґрунтів максимальні чисельність і різноманіття бактеріальних комплексів спостерігалися у підстилках, а мінімальні – в мінеральних ґрунтових горизонтах. Головним фактором, що визначає чисельність і різноманіття прокаріотів, був визнаний тип субстрату (або ярусне положення). Значно менший вплив виявляють особливості біотопу та умови сезону [3,4].

Метою цієї роботи було дослідження розподілу чисельності і фізіолого-біохімічної активності мікроорганізмів агрономічно цінних груп по горизонтах сірого лісового ґрунту за його різноцільового використання.

**Методика досліджень.** Дослідження були проведені на прикладі сірого лісового ґрунту на територіально близьких ділянках: 1 – ґрунт, виведений з сільськогосподарського використання у 1987 р.; 2–3 – агроземи стаціонарного дослідження, закладеного в 1987 р. на території дослідного господарства „Чабани” Києво-Святошинського району Київської області. Досліджували варіанти з традиційною для зони Лісостепу системою обробітку ґрунту з інтегрованим захистом від шкідників хвороб і бур’янів та різноінтенсивним агрохімічним навантаженням: 2 – контроль, польова сівозміна без використання мінеральних і органічних добрив (екстенсивний агрозем); 3 – польова сівозміна з насиченістю мінеральними добривами

© Малиновська І.М., Ткаченко М.А., 2015

$N_{96}P_{108}K_{112,5}$  на фоні пріорювання побічної продукції рослинництва (інтенсивний агрозем).

Відбір ґрунтових зразків здійснювали з горизонтів перелогу: Hd – дернина (0-10), He – гумусово-елювіальний (11–40 см), Hi – гумусово-ілювіальний (41-74), Ih – ілювіально-гумусовий (75-115), Ip – перехідний від ілювіального горизонту до породи (116-156), Pi – порода із вкрапленнями ґрунту ілювіального горизонту (157-191 см). Для агроземів були визначені горизонти: He – гумусово-елювіальний (0-10 і 11–40 см), Hi – гумусово-ілювіальний (41-74), Ih – ілювіально-гумусовий (75-115), Ip – перехідний від ілювіально-гумусового горизонту до породи (116-156).

Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп оцінювали методом висіву ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища [5]. Кількість колоній мікроорганізмів підраховували впродовж 21 доби залежно від швидкості росту і фізіологічних особливостей мікроорганізмів певних еколого-трофічних груп. Вірогідність формування бактеріальних колоній (ВФК) визначали за методом *S. Ishikuri and T. Hattori*, описаним П.А. Кожевіним зі співавторами [6].

Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп оцінювали методом висіву ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища [5]. Кількість колоній мікроорганізмів підраховували впродовж 21 доби залежно від швидкості росту і фізіологічних особливостей мікроорганізмів певних еколого-трофічних груп. Вірогідність формування бактеріальних колоній (ВФК) визначали за методом *S. Ishikuri and T. Hattori*, описаним П.А. Кожевіним зі співавторами [6].

**Результати досліджень.** В результаті проведених досліджень встановлено, що зменшення чисельності мікроорганізмів вниз по профілю сірого лісового ґрунту, який використовується у якості перелогу, відбувається поступово (табл.1.). Наприклад, чисельність амоніфікаторів зменшується від горизонту Hd до горизонту He на 23,3%, до горизонту Ih - на 57,0% і до горизонту Pi – у 6,61 рази. Більшими темпами знижується чисельність іммобілізаторів мінерального азоту: у горизонті Ip – у 16,4 рази, у горизонті Pi – у 23,4 рази. Ця закономірність потребує пояснень, оскільки субстратом для росту амоніфікаторів є високомолекулярні сполуки (білки, ліпопротеїди, глікопротеїди), які не відрізняються високою рухомістю у профілі ґрунту, на відміну від сполук мінерального азоту, які характеризуються високою рухомістю у ґрунтовому розчині. Мож-

Таблиця 1. Чисельність мікроорганізмів у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості перелогу з 1987 р.  $10^4$  КУО\* / г абсолютно сухого ґрунту

Горизонт/ глибина	Амоніфікатори	Іммобілізатори мінерального азоту	Оліготрофіни	Азотобактер, % обросання ґрунчок	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Петрофіи	Целлолозоруйні бактерії	Полісахарид- синтезувальні	Автотонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Меланінісинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислототворю- вальні	Загальна чисельність
Hd (0-10)	271,5	68,8	9,94	1,33	160,6	0,038	60,2	68,4	7,65	12,8	17,2	0,370	0,088	21,9	4,59	705,4
He (11-40)	220,2	53,3	8,50	97,3	52,2	0,012	71,5	53,3	8,11	14,4	12,7	0,101	0,027	18,4	6,57	519,3
Hi (41-74)	231,8	25,2	1,20	74,7	54,0	0,232	15,2	61,1	2,01	5,04	2,99	0,044	0,004	1,12	0,80	400,7
Ih (75-115)	172,9	24,1	1,21	0	11,5	0,004	5,03	7,64	0,402	1,37	2,01	0,036	0,004	0,04	0	226,3
Ip (116-156)	167,4	4,19	0,44	0	0,84	0,151	2,41	5,18	0,497	0,12	0,40	0,024	0	0	0	181,9
Pi (157-191)	41,1	2,94	0,41	0	11,2	0,031	1,18	0,411	0	0,072	0	0,004	0	0	0	57,4
HP <sub>96</sub> Hd	14,2	7,11	0,94	0,16	1,98	0,003	1,05	7,22	0,89	1,14	0,99	0,05	0,004	1,55	0,38	
HP <sub>96</sub> He	11,6	5,66	0,88	11,2	4,87	0,002	6,77	4,69	0,58	0,97	1,14	0,01	0,003	0,05	0,004	
HP <sub>96</sub> Hi	9,88	1,67	0,008	6,54	4,33	0,015	1,11	4,23	0,14	0,63	0,06	0,003	0,001	0,02	0,005	
HP <sub>96</sub> Ih	13,0	0,31	0,09	-	0,99	0,001	0,48	0,88	0,03	0,08	0,09	0,001	0,001	0,008	-	
HP <sub>96</sub> Ip	12,5	0,25	0,05	-	0,07	0,02	0,18	0,45	0,07	0,01	0,035	0,002	-	-	-	
HP <sub>96</sub> Pi	3,55	0,24	0,03	-	0,95	0,002	0,02	0,03	-	0,01	-	0,001	-	-	-	

Примітка: КУО\* - колонієутворювальна одиниця

ливою причиною цього може бути довжина коренів рослин, які ростуть на цій ділянці: чим довше коріння, тим глибше транспортуються кореневі виділення. Можна також припустити, що міцеліальні мікроорганізми, у першу чергу гриби, здатні, подібно капілярам тіла людини, здійснювати на значну відстань висхідну транслокацію розчинів біогенних елементів і низхідну – розчинів органічних речовин. Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які утилізують високомолекулярні субстрати – целюлозу та її похідні, знижується до горизонту Рі набагато інтенсивніше, ніж чисельність амоніфікаторів - у 166,4 рази. Це свідчить, на наш погляд, про те, що кількість мікроорганізмів певної функціональної чи трофічної групи визначається не тільки наявністю відповідних субстратів, а й іншими, зокрема, фізико-хімічними умовами.

Зниження чисельності олігонітрофілів униз по профілю складає 24,2 рази, що збігається з темпами зниження чисельності іммобілізаторів мінерального азоту, які є попередниками олігонітрофілів у циклі перетворення азоту. Отримані дані підтверджуються результатами Л.М. Полянської зі співавторами [1], якими встановлено, що у шарі сірого лісового ґрунту 20-40см міститься мікроорганізмів лише у 23 рази менше, ніж у горизонті 0-20 см. Однак, згідно з тими ж авторами, з подальшим поглибленням профілю чисельність мікроорганізмів майже не змінюється. Аналогічні дані щодо розподілу загальної біомаси мікроорганізмів отримано Л.М. Полянською зі співавторами [1] також і для чорнозему типового.

На чисельність нітрифікаторів, які є облигатними аеробами, впливає не тільки розташування зразка ґрунту у профілі, що визначає ступінь аерації, а й наявність субстратів нітрифікаційного процесу. Так, з поглибленням від горизонту Нd до горизонту Нe відбувається зниження чисельності нітрифікаторів у 3,2 рази, а у горизонтах Ні та Іh їхня чисельність знов збільшується у зв'язку із зростанням концентрації сполук амонію та нітритів, які акумулюються у цих горизонтах. Чисельність денітрифікаторів теж зменшується у горизонтах сірого лісового ґрунту не так однозначно, як би це повинно було б бути, виходячи з їх відношення до кисню. Спочатку між горизонтами Нd і Іr відбувається зменшення їх кількості у 191 раз, а у горизонті Рі – збільшення порівняно з попереднім горизонтом у 13,3 рази. Оскільки ступінь аерації на такій глибині може тільки зменшуватися, можливо припустити тільки збільшення концентрації субстрату – нітратів, що підтверджується результатами агрохімічного аналізу.

Розподіл за профілем азотобактера різниться залежно від способу використання ґрунту. У перелоговому ґрунті шар 0-10 см містить у 73 рази менше клітин цього мікроорганізму, ніж шар ґрунту 11-40 см. Можливо, це пов'язано з меншою вологістю ґрунту верхнього шару саме на перелозі, оскільки в агроземах такої закономірності не спостерігається. Навпаки, у ґрунті з інтенсивним агрофоном чисельність азотобактера є максимальною саме у верхньому шарі ґрунту (табл. 2). Можливою причиною таких різних закономірностей може бути взаємний вплив важливих для розвитку азотобактера факторів: наявність кисню, оскільки він належить до аеробів (інтенсивний агрозем), неоптимальна вологість (переліг), незабрудненість ґрунту політантами (екстенсивний агрозем). До того ж важливими для розвитку азотобактера є забезпеченість ґрунту сполуками фосфору, нейтральне значення рН, співвідношення С/Н, конкуренція з боку інших азотфіксувальних організмів. Від взаємодії величин цих чинників залежить, який із них у таких агроекологічних умовах виступить лімітувальним фактором і визначить чисельність та фізіолого-біохімічну активність клітин азотобактера у ґрунті цього екоотопу.

ґрунт перелогу характеризується тим, що азотобактер максимально виявляється у горизонті Нe (11-40см), у горизонті Ні його чисельність зменшується на 30,3%, в нижчих горизонтах (Іh - Рі) методом обростання ґрунтових грудочок він не виявляється. Аналогічна закономірність спостерігається в інтенсивному агроземі: починаючи з горизонту Ні, азотобактер не виявляється у нижніх горизонтах, тоді як у екстенсивному агроземі він присутній у всіх досліджених горизонтах, в яких його чисельність майже не змінюється (табл. 3).

Важливою ознакою стану мікробного угруповання є вміст меланінсинтезувальних мікроміцетів у загальній їх кількості, оскільки меланіноподібні пігменти є неспецифічними протекторами для їх продуцентів [7]. Чим ґрунт забрудненіший, тим більше він містить меланінсинтезувальних мікроміцетів, і це стосується більшості політантів: радіоактивних ізотопів, молекул нафтопродуктів, атомів важких металів. Результати дослідження окремих горизонтів сірого лісового ґрунту виявляють, що в агроземах верхній (0-10 см) горизонт забруднений у більшому ступені і містить більшу частку меланінсинтезувальних мікроміцетів порівняно із горизонтом 11-40 см. При цьому рівень забруднення перелогу і екстенсивного агрозему співпадає, частка меланінсинтезувальних мікроміцетів складає

**Таблиця 2. Чисельність мікроорганізмів у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості інтенсивного агрозему з 1987 р.  $10^4$  КУО\*/г абсолютно сухого ґрунту**

Горизонт/ глибина	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання грудочок ґрунту	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезу- вальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Меланінсинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислотоутворювальні	Загальна чисельність
He (0-10см)	275,4	44,0	27,5	32,0	8,05	0,220	52,6	46,1	0,36	13,5	26,5	0,22	0,075	8,94	3,22	506,7
He (11-40)	40,7	25,3	30,3	8,66	117,5	0,278	32,5	35,0	1,43	7,75	15,0	0,038	0,009	4,28	3,93	314,0
Hi (41-74)	25,2	12,0	4,35	0	1,07	0,297	6,61	27,4	7,51	3,94	10,5	0,017	0,005	0,45	0,56	99,9
Ih (75-115)	30,1	4,65	0,89	0	1,76	0,27	3,59	5,04	3,52	1,53	3,13	0,003	0,0001	0,47	0,094	55,1
Ip (116- 156)	3,14	0,86	0,52	0	0,62	0,18	0,63	1,01	0,62	0,48	0,45	0,0018	0,00015	0,05	0,083	8,65
НІР <sub>05</sub> Hd	19,0	5,01	3,12	2,01	0,95	0,03	4,88	4,55	0,04	1,55	3,14	0,015	0,008	0,92	0,22	
НІР <sub>05</sub> He	5,00	3,12	2,88	0,95	10,5	0,03	2,88	2,75	0,09	0,66	1,22	0,002	0,001	0,33	0,42	
НІР <sub>05</sub> Hi	2,11	1,13	0,52	-	0,05	0,04	0,55	1,99	0,82	0,50	0,98	0,002	0,001	0,05	0,06	
НІР <sub>05</sub> Ih	2,88	0,52	0,07	-	0,22	0,03	0,39	0,45	0,36	0,13	0,25	0,001	0,00001	0,05	0,01	
НІР <sub>05</sub> Ip	0,28	0,21	0,04	-	0,005	0,02	0,15	0,08	0,005	0,04	0,03	0,0002	0,00002	0,004	0,007	

Примітка: КУО\*- колонієутворювальна одиниця

**Таблиця 3. Чисельність мікроорганізмів у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості екстенсивного агрозему з 1987 р.  $10^4$  КУО\*/г абсолютно сухого ґрунту**

Горизонт/глибина	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання грудочок ґрунту	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезу- вальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Меланінсинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислотоутворювальні	Загальна чисельність
He (0-10см)	220,0	81,7	35,7	100,0	165,0	0,047	55,4	46,3	6,68	11,7	17,3	0,134	0,031	20,8	1,96	662,7
He (11-40)	276,0	46,6	32,3	100,0	10,7	0,026	50,3	50,3	3,00	9,48	12,4	0,058	0,0064	6,39	0,75	498,3
Hi (41-74)	14,9	6,73	3,36	86,7	1,68	0,022	5,08	19,1	1,35	0,89	1,87	0,013	0,0037	1,64	0,011	56,6
Ih (75-115)	18,3	2,56	1,20	91,3	0,34	0,031	1,49	2,41	0,36	0,25	1,345	0,187	0,0006	1,34	0,0076	29,8
Ip (116- 156)	2,15	0,98	0,70	98,0	0,11	0,023	0,84	0,54	0,077	0,09	0,19	0,24	0,0010	0,13	0,0077	6,08
НІР <sub>05</sub> Hd	12,3	6,54	4,66	11,2	15,7	0,003	4,36	5,02	0,70	1,09	2,02	0,02	0,002	1,95	0,21	
НІР <sub>05</sub> He	3,25	3,55	2,89	15,0	0,15	0,002	4,85	4,88	0,21	0,88	1,33	0,05	0,001	0,74	0,08	
НІР <sub>05</sub> Hi	1,22	0,62	0,42	12,3	1,15	0,002	6,11	2,05	0,11	0,08	0,22	0,001	0,0001	0,14	0,001	
НІР <sub>05</sub> Ih	1,77	0,31	0,09	8,55	0,02	0,002	0,21	0,31	0,03	0,01	0,14	0,0001	0,0001	0,15	0,001	
НІР <sub>05</sub> Ip	0,91	0,08	0,05	9,12	0,01	0,001	0,07	0,06	0,01	0,01	0,02	0,0001	0,0001	0,02	0,001	

Примітка: КУО\*- колонієутворювальна одиниця

23,1-23,8%. Рівень забруднення інтенсивного агрозему є максимальним серед досліджених варіантів, ґрунт цього варіанта містить 34,1% меланінсинтезувальних мікроміцетів. У нижчому горизонті перелогу частка меланінсинтезувальних мікроміцетів дещо збільшується (на 3,2%), а в обох агроземах суттєво зменшується. Горизонт Ір перелогу містить найвищу частку меланінсинтезувальних мікроміцетів (11,1%), інтенсивного агрозему – середню (8,33%), екстенсивного агрозему – найнижчу (0,42%). Це свідчить про те, що капілярною системою ґрунту перелогу до нижніх горизонтів транспортується більша кількість політантів, ніж в агроземах. Аналіз сумарної (по всіх досліджених горизонтах) частки меланінсинтезувальних мікроміцетів показує, що найменш забрудненим є екстенсивний агрозем (63,3%), потім – ґрунт перелогу (71,0%), найзабрудненішим є ґрунт інтенсивного агроценозу – 98,9%. Поясненням тому, що саме екстенсивний агрозем за вищезазначеним показником виявився найменш забрудненим, може бути те, що частинка політантів виноситься з екстенсивного агроценозу у складі врожаю, а в варіанті перелогового ґрунту цього не відбувається.

Ґрунт перелогу характеризується ефективною капілярною системою транспорту субстратів і мінеральних іонів вниз по профілю до нижчих горизонтів. Свідченням цьому є більш плавне зниження чисельності мікроорганізмів вглиб профілю. Так, чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів зменшується від горизонту Нд до горизонту Ір у ґрунті перелогу у 13,2 рази, в інтенсивному агроземі – 45,6, в екстенсивному агроземі – у 85,7 рази. Загальна чисельність мікроорганізмів у ґрунті перелогу зменшується при переході від Нд-горизонту до Нс на 35,8%. Аналогічні показники для інтенсивного і екстенсивного агроземів складають 61,4 і 33,0% відповідно (табл. 1, 2, 3). Зниження чисельності мікроорганізмів від горизонту Нд до Ір складає для перелогу 3,88 рази, інтенсивного та екстенсивного агроземів – 58,6 і 109,0 рази відповідно. Одержані нами дані про більш плавне зниження чисельності мікроорганізмів у ґрунті перелогу порівняно з агроземами суперечать даним Т.Г. Добровольської [8], згідно яких для цілинних ґрунтів характерне різке зниження чисельності і різновиду мікроорганізмів по ґрунтовому профілю на відміну від окультурених ґрунтів.

Для всіх трьох варіантів використання ґрунту характерна чітка тенденція до зменшення чисельності мікроорганізмів у шарі ґрунту 11-40 см порівняно з верхнім шаром (0-10 см). Так, для перелогу ця тенденція виявляється для 10 груп із 15 досліджених, для екстен-

сивного агрозему – для 11, для інтенсивного – для 9 із 15 груп. Однак фізіолого-біохімічний стан клітин мікроорганізмів змінюється з глибиною шару ґрунту за іншої закономірності: тільки 5-6 груп із 10 досліджених мають більшу вірогідність формування колоній порівняно з верхнім горизонтом (табл. 4, 5, 6). При цьому для більшості мікроорганізмів прослідковується закономірність: якщо чисельність клітин зменшується, то їх фізіолого-біохімічна активність зростає. Винятком із цього правила для перелогу і екстенсивного агрозему є групи мікроміцетів і целюлозоруйнівних бактерій, тобто гідролітиків. Однак, для інтенсивного агрозему маємо протилежну тенденцію: для більшості груп мікроорганізмів (8 із 13) одночасно із зменшенням чисельності знижується фізіолого-біохімічна активність клітин мікроорганізмів.

**Таблиця 4. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів ( $\lambda$  год<sup>-1</sup> · 10<sup>-2</sup>) у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості перелогу з 1987 р.**

Горизонт/ глибина	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Автотонні	Целюлозо- руйнівні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів
Hd (0-10)	1,03	0,093	1,53	2,13	0,08	1,02	0,51	2,68	3,25	2,89
He (11-40)	3,35	3,32	2,89	192	0,18	1,97	0,40	1,79	1,53	3,98
Hi (41-74)	3,38	4,58	1,69	1,90	0,39	2,89	0,34	2,29	1,33	3,28
Ih (75-115)	5,36	9,23	4,58	192	0,49	454	0,35	6,03	2,45	0,64
Ir (116-156)	265	0,01	0,40	0,56	036	006	0,08	7,80	2,89	0,14

Аналіз ВФК мікроорганізмів глибших горизонтів ґрунту показав, що закономірність «більша чисельність – більша фізіолого-біохімічна активність» у ґрунті перелогу посилюється і кількість груп, що демонструють цю закономірність, зростає від 4 (горизонти Нд/Не) до 6 (горизонти Не/Hi), 7 (горизонти Hi/Ih), 2 (горизонти Ih/Ir) і 6 (горизонти Ir/Pi). Аналогічні цифри для екстенсивного агрозему складають 2, 5, 6 і 5 (із 10 груп), інтенсивного агрозему – 8, 7, 5 і 3 (із 13 груп). Звертає на себе увагу те, що для перелогового ґрунту і екстенсивного агрозему посилення виявлення тенденції зростає, а для інтенсивного агрозему – зменшується. Цю закономірність демонструють також амоніфікатори і педотрофи у інтенсивному агроземі – у всіх горизонтах, екстенсивному агроземі – у 3 і 2 із 4, у пере-



лозі – в 1 із 4 горизонтів. Ці дані мають значення для вирішення питання про те, наскільки обґрунтовано дослідники можуть судити про інтенсивність перебігу певних мікробіологічних процесів на основі тільки чисельності мікроорганізмів.

**Таблиця 5. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів ( $\lambda$  год<sup>-1</sup> · 10<sup>-2</sup>) у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості інтенсивного агрозему з 1987 р.**

Горизонт/ глибина	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Пелотрофи	Автохтонні	Целлолюзаруйнівні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Актиноміцети	Полісахаридсинтезувальні	Азотобактер
He (0-10)	2,89	1,32	0,49	1,12	1,86	1,82	1,11	2,38	1,36	0,52	0,368	279	1,08
He (11-40)	2,49	0,27	0,21	1,57	1,11	1,50	1,09	1,94	2,89	0,70	0,359	2,89	1,09
Hi (41-74)	0,73	0,33	0,52	4,58	3,53	1,43	0,62	3,14	0,58	0,24	0,334	0,68	Не визн.
Ih (75-115)	0,96	0,37	0,17	4,58	0,93	0,66	0,70	2,37	1,35	1,20	0,396	2,71	Не визн.
Ip (116-191)	0,37	0,39	0,33	5,16	0,92	0,24	0,77	2,59	1,55	1,19	0,330	2,81	Не визн.

**Таблиця 6. Вірогідність формування колоній мікроорганізмів ( $\lambda$  год<sup>-1</sup> · 10<sup>-2</sup>) у горизонтах сірого лісового ґрунту, який використовується у якості екстенсивного агрозему з 1987 р.**

Горизонт/ глибина	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Пелотрофи	Автохтонні	Целлолюзаруйнівні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів
He (0-10)	2,17	0,65	2,15	1,20	0,61	1,34	0,58	2,67	0,96	2,98
He (11-40)	1,77	1,47	1,03	0,64	1,29	1,64	0,61	1,88	1,59	3,98
Hi (41-74)	0,52	0,36	2,33	2,89	2,45	0,60	0,30	2,51	0,81	4,75
Ih (75-115)	4,24	0,12	0,47	2,89	9,99	0,68	0,36	1,53	0,64	3,33
Ip (116-191)	1,07	0,15	0,80	4,58	0,93	0,26	0,55	1,56	0,97	2,89

Деякі вчені вважають, що більш вірним є дослідження ферментативної активності, яка відповідає певному процесу, наприклад, азотфіксації – ферменту нітрогенази та ін. Однак ферментативна ак-

тивність також є дуже мінливим показником, і перед ґрунтовими мікробіологами постає питання про введення таких інтегральних показників, які б враховували і чисельність мікроорганізмів, і їх фізіолого-біохімічну активність.

**Висновки.** Зменшення чисельності мікроорганізмів вглиб профілю сірого лісового ґрунту, який використовується у якості перелогу, відбувається поступово: чисельність амоніфікаторів зменшується від горизонту Hd до горизонту He на 23,3%, до горизонту Ih - на 57,0% і до горизонту Pi – у 6,61 рази. Більшими темпами знижується чисельність імобілізаторів мінерального азоту: у горизонті Ip – у 16,4 рази, у горизонті Pi – у 23,4 рази. Ефективнішою капілярною системою транспорту субстратів і мінеральних іонів вглиб профілю до нижчих горизонтів характеризується ґрунт перелогу, про що свідчить більш плавне зниження чисельності мікроорганізмів вглиб профілю, ніж в агроземах. Зниження загальної чисельності мікроорганізмів від горизонту Hd до Ip складає для перелогу 3,88 раза, інтенсивного та екстенсивного агроземів – 58,6 і 109,0 рази відповідно.

1. Полянская, Л.М. Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилям зональных типов почв / Л.М.Полянская, В.В.Гейдебрехт, А.Л.Степанов, Д.Г.Звягинцев // Почвоведение. – 1995. - №3. – С. 322-328.
2. Головченко, А.В. Особенности пространственного распределения и структуры микробных комплексов болотно-лесных экосистем / А.В.Головченко, Л.М.Полянская, Т.Г.Добровольская и др // Почвоведение. – 1993. - №10. – С. 77-90.
3. Головченко, А.В. Структура бактериальных комплексов в заповедных ельниках / А.В.Головченко, Т.Г.Добровольская, И.Ю.Чернов // Почвоведение. – 1995. - №9. – С. 1121-1124.
4. Звягинцев, Д.Г. Вертикальный континуум бактериальных сообществ в наземных биогеоценозах / Д.Г.Звягинцев, Т.Г.Добровольская, Л.М.Полянская, И.Ю. Чернов // Журн. общей биол. – 1991, Т.52. – С.162-171.
5. Теплер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теплер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа. – 2004. – 256 с.
6. Кожевин, П.А. Определение состояния бактерий в грунте / П.А. Кожевин, Л.С. Кожевина, И.Н. Болотина // Доклады АН СССР. – 1987. – т.297. № 5. - С.1247-1249.
7. Малиновська, І.М. Вплив агротехнічних заходів на мікробні угруповання сірого лісового ґрунту / І.М. Малиновська, М.А.Ткаченко, В.Г.Сачок, М.О.Скуміна // Проблеми екологічної біотехнології №1 (2014) [електронне наукове видання]. – 2014. – №1. – Режим доступу: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/4719>

8. Добровольская, Т.Г. Бактериальное разнообразие целинных и пахотных почв Владимирской области / Т.Г.Добровольская, И.Ю.Чернов, С.М.Лукин // Почвоведение. – 2001. - №9. – С. 1092-1096.

Досліджували стан мікробних комплексів горизонтів сірого лісового ґрунту, що знаходиться у сільськогосподарському використанні (екстенсивний та інтенсивний агроземи) і перелоговому стані із 1987 року, розташованих територіально близько. Встановлено, що ґрунт перелогу характеризується ефективнішою транспортною системою капілярів, що знаходить відображення у більш плавному зниженні чисельності мікроорганізмів вглиб профілю порівняно із такою агроземів. Темпи зниження загальної чисельності мікроорганізмів вглиб профілю від горизонту Hd до Ip складають для перелогу 3,88 раза, інтенсивного та екстенсивного агроземів — 58,6 і 109,0 рази відповідно.

**Ключові слова:** мікроорганізми, амоніфікатори, іммобілізатори мінерального азоту, азотобактер, горизонт, сірий лісовий ґрунт.

Исследовали состояние микробных комплексов горизонтов серой лесной почвы, находящейся в сельскохозяйственном использовании (экстенсивный и интенсивный агроземы) и в состоянии залежи с 1987 года, расположенных территориально близко. Установлено, что почва залежи характеризуется более эффективной транспортной системой капилляров, что находит отображение в более плавном снижении численности микроорганизмов в глубину профиля по сравнению с таковой агроземов. Темпы снижения общей численности микроорганизмов от горизонта Hd до Ip составляют для залежи 3,88 раза, интенсивного и экстенсивного агроземов — 58,6 и 109,0 раза соответственно.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, аммонификаторы, иммобилизаторы минерального азота, азотобактер, горизонт, серая лесная почва

We studied the state of microbial complexes of horizons of gray forest soil, which has been in agricultural using (extensive and intensive agrozem) and in the long-fallow state since 1987 and they have located geographically close. It is found, that the fallow soil is characterized by the more efficient transport system of capillaries that is displayed in smoother decreasing of the number of microorganisms in the depth of profile in comparison with such of agrozem. The pace of decreasing of the total number of microorganisms from the horizon Hd to Ip is amounted for fallow 3,88 times, intensive and extensive agrozem — 58,6 and 109,0 times respectively.

**Keywords:** microorganisms, soil ammonifying microbes, soil mineral nitrogen immobilizing microbes, azotobacter, horizon, grey forest soil.

Рецензенти:

Балаєв А.Д. — д. с.-г. наук

Літвінов Д.В. — д. с.-г. наук

Стаття надійшла до редакції 22.09.2015 р.