

УДК 631.461:579.873

Сищикова Оксана Віталіївна

**ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАЦІИ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ НА
ФУНКЦІОНУВАННЯ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЯКІ
ПРИЙМАЮТЬ УЧАСТЬ В ТРАНСФОРМАЦІЇ СПОЛУК АЗОТУ**

*Криворізький ботанічний сад НАН України, Кривий Ріг, Україна
e-mail: oksana741015@rambler.ru*

Встановлено, що проведення ґрничотехнічної рекультивації шламів хвостосховищ сприяє відновленню чисельного складу угруповань ґрунтових мікроорганізмів, що приймають участь в процесах трансформації сполук азоту. Це підтверджується відновленням чисельності органотрофних бактерій циклу азоту до 0,3 млн КУО/г ґрунту та збільшенням в 2-3 рази кількості стрептоміцетів в поверхневих шарах. Зростаючі показники мікробіологічної трансформації та мінералізації органічної речовини в техноземах підтверджують відновлення біогенності шламів при проведенні рекультивації, що призводить до інтенсифікації мінералізаційних процесів та засвоєння рослинами азотних сполук у ґрунті.

Ключові слова: мікроорганізми, сполуки азоту, техноземи, ґрничотехнічна рекультивація.

Сыщикова Оксана Витальевна

**ВЛИЯНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ, КОТОРЫЕ ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ В
ТРАНСФОРМАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА**

*Криворожский ботанический сад НАН Украины, Кривой Рог, Украина
e-mail: oksana741015@rambler.ru*

Установлено, что проведение горнотехнической рекультивации шламов хвостохранилищ способствует восстановлению численного состава сообщества почвенных микроорганизмов, которые принимают участие в процессах трансформации соединений азота. Это подтверждается восстановлением численности органотрофных бактерий цикла азота до 0,3 млн КОЕ/г почвы и увеличением в 2-3 раза количества стрептомицетов в поверхностных слоях. Возрастающие показатели микробиологической трансформации и минерализации органических соединений в техноземах подтверждают восстановление биогенности шламов при проведении рекультивации, что способствует интенсификации минерализационных процессов и усвоения растениями соединений азота в почве.

Ключевые слова: микроорганизмы, соединения азота, техноземы, горнотехническая рекультивация.



Syshchykova Oksana Vitalyevna

**INFLUENCE OF TECHNOGENIC LANDSCAPES RECOLTIVATION ON
FUNCTIONING OF SOIL MICROORGANISMS COMMUNITIES WHICH TAKE
PART IN TRANSFORMATION OF NITROGEN COMPOUNDS**

*Kryvyi Rig Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Kryvyi Rig
e-mail: oksana741015@rambler.ru*

It is established that mining recultivation of tailings dams slimes promotes restoration of numerical structure of soil microorganisms community which take part in processes of nitrogen compounds transformation. The certificate of that is number restoration of the organotrophic bacteria of a nitrogen cycle to 0.3 million CFU/g of soil and increase by 2-3 times of streptomycetes quantity in blankets. The received results of quantitative structure of the microorganisms which are taking part in processes of nitrogen mineral compounds transformation in the chernozem usual allow to claim that in blankets the number of microorganisms makes 3.89 and 2.33 million CFU/g soil. It should be noted that the best conditions for microflora development are formed on slime with drawing 50 cm of loess-like loam and 30 cm of a fertile layer. The microorganism quantity on the specified monitoring area increases by 3-4 times in the soil of a fertile layer and by 1.3-1.6 times in loess-like loam in comparison with slime without recultivation. Increase of microbiological processes intensity, extremely important, considering strengthening of ecosystems self-regulation functions. It is established high level of microbiological transformation of organic substance, the indicator is made 7.3-11.1 in the edatopes of the recultivated slimes. Increasing indicators of microbiological transformation and mineralization of organic compounds in the technozems confirm restoration of a slimes biogenity at carrying out of recultivation that promotes an intensification of mineralization processes and assimilation by plants nitrogen compounds in the soil.

Keywords: microorganisms, nitrogen compounds, technozems, mining recultivation.

ВСТУП

Сукупність отриманих в теперішній час даних дозволяє стверджувати, що ґрунти суттєво перевершують всі інші геосфери по концентрації мікроорганізмів. Вони можуть суттєво впливати на напруженість і масштаб процесів мікробної трансформації більшості хімічних елементів в біосфері. Значна частина порушених земель невідкладно повинна бути рекультивована і повернена для подальшого використання у народному господарстві або у природні кормові угіддя, під заліснення, заповідники та рекреаційні зони (Грицан, Вагнер, 2012, Камнев, 2000). Раціональне використання екосистем індустріальних ландшафтів Криворіжжя є запорукою екологічно-збалансованого розвитку індустріальних регіонів (Сметана, Ярощук, 2012). Серед розмаїття природних сполук найважливішими для ґрунтоутворення є органічні речовини, які активно впливають на формування профілю ґрунту, створюють сприятливі для біоти водно-фізичні, фізико-хімічні умови, ґрунтово-

екологічний режим. Мікробіологічна складова ґрунту є значущим фактором у процесах трансформації багатьох елементів, у тому числі біогенного елементу азоту. Мікроорганізми значно змінили й ускладнили цикл азоту. Для порозуміння процесів, які здійснюються в ґрунті, та відновлення родючості техногенних ґрунтів необхідно вивчати та враховувати особливості перебігу мікробіологічних процесів в ґрунті та, зокрема, мікробіологічні процеси трансформації азоту та склад мікробних угруповань, які беруть участь у цьому процесі (Чабанова, 2011).

В теперішній час стало також достатньо очевидним, що рішення не тільки глобальних, але і багатьох регіональних екологічних проблем повинно проводитись з урахуванням діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Тому не викликає сумнівів актуальність досліджень реакції мікробних угруповань, які приймають участь в трансформації сполук азоту, при рекультивації техноземів, проведенні комплексних екологічних експертиз, розробки теоретичних основ стійкості мікробних асоціацій.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили навесні на опитному полі совхозу “Червоний забойщик” Криворізького району Дніпропетровської обл. з різними варіантами гірничотехнічної рекультивації техноземів хвостосховищ з видобутку залізної руди. Штучні едафотопи мали наступні конструкції:

1. Шлам хвостосховища без покриття родючим шаром чорнозему звичайного (Ш);
2. шлам хвостосховища покритий 30 см родючого шару чорнозему звичайного (генетичні горизонти Н і Н_р чорнозему звичайного)(Ш + 30 см Н/Н_р);
3. шлам хвостосховища покритий 50 см лесовидного суглинку (Р) та 30 см родючого шару чорнозему звичайного (Ш + 50 см Р + 30 см Н/Н_р);
4. шлам хвостосховища покритий 50 см лесовидного суглинку (Р) та 50 см родючого шару чорнозему звичайного (Ш + 50 см Р + 50 см Н/Н_р);
5. чорнозем звичайний (Забалуев, 2010).

Відбір ґрунтових зразків проводили за загальноприйнятими методиками на глибинах 0-10, 10-20, 20-30, 60-70 та 110-120 см (Методы..., 1980). У зразках ґрунту, відібраних для аналізу, визначали чисельність основних груп мікроорганізмів, які приймають участь у трансформації органічних сполук азоту (органотрофи) – на м'ясо-пептонному агарі (МПА), та мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні сполуки азоту і актиноміцетів – на крохмале-аміачному агарі (КАА). Інтенсивність окремих мікробіологічних процесів трансформації азоту оцінювали за показником мінералізації, який розраховували за співвідношенням кількості мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний і органічний азот (КАА/МПА), та показника мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту, який розраховували за



співвідношенням сумарної кількості мікроорганізмів на МПА і КАА та показника мінералізації (Мірошниченко, Маклюк, 2012). Підрахунок колоній проводили на 7-10 добу дослідження (Руководство..., 1995).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При дослідженні процесів амоніфікації навесні в чорноземі звичайному встановлено, що кількість популяції органотрофних бактерій азотного циклу в поверхневому шарі ґрунту становила 2,22 млн КУО/г ґрунту.

Таблиця 1. Кількість амоніфікаторів (МПА) в технозомах і чорноземі звичайному (млн КУО/г ґрунту)

Шар ґрунту, см	M ± m	CV, %	% к контролю	Tst	ПМТ
Шлам хвостосховища ПівнГЗК					
0-10	0,13 ± 0,03	23,4	21,7	21,6	0,55
10-20	0,15 ± 0,03	26,2	13,5	6,9	0,44
20-30	0,25 ± 0,04	19,0	31,5	6,1	0,82
60-70	0,28 ± 0,02	9,4	27,6	7,0	0,8
Шлам хвостосховища ПівнГЗК + 30 см Н/Нр					
0-10	0,34 ± 0,03	21,8	21,8	22,1	0,50
10-20	0,33 ± 0,03	21,2	17,8	6,6	0,65
20-30	0,30 ± 0,004	3,2	20,9	7,3	0,88
60-70	0,16 ± 0,02	27,3	7,7	9,0	0,29
Шлам хвостосховища ПівнГЗК + 50 см Р + 30 см Н/Нр					
0-10	0,34 ± 0,04	24,4	22,1	21,0	0,46
10-20	0,23 ± 0,01	23,7	10,3	7,2	0,28
20-30	0,22 ± 0,02	27,3	12,0	8,0	0,32
60-70	0,18 ± 0,02	14,6	7,9	9,0	0,28
110-120	0,14 ± 0,009	15,2	6,1	10,6	0,29
Шлам хвостосховища + 50 см Р + 50 см Н/Нр					
0-10	0,25 ± 0,02	18,1	16,0	27,0	0,32
10-20	0,18 ± 0,02	21,1	9,9	7,2	0,25
20-30	0,17 ± 0,01	14,2	12,0	8,1	0,27
60-70	0,10 ± 0,008	18,1	4,8	9,3	0,19
110-120	0,11 ± 0,02	16,1	5,1	10,7	0,24
Чорнозем звичайний					
0-10	2,22 ± 0,22	19,8	–	–	11,1
10-20	2,11 ± 0,2	27,8	–	–	7,32
20-30	1,86 ± 0,23	24,3	–	–	2,88
60-70	1,54 ± 0,04	23,0	–	–	3,33
110-120	1,44 ± 0,16	6,3	–	–	2,15

Примітка: ПМТ – показник мікробіологічної трансформації органічної речовини, CV – коефіцієнт варіації, Tst – критерій Ст'юдента.

При проходженні вниз за ґрунтовим розрізом показано зменшення кількості мікроорганізмів в середньому на 0,4 млн КУО/г ґрунту, що, скоріш за все, пов'язано зі зниженням вологості і температурного режиму ґрунту.

Слід зазначити, що в поверхневих шарах чорнозему звичайного встановлено досить високий рівень мікробіологічної трансформації органічної речовини, цей показник становить 11,1-7,3. Зростання інтенсивності мікробіологічних процесів надзвичайно важливе з огляду на посилення функцій саморегулювання екосистем.

Поєднання ценотичної біорізноманітності та активності наявних форм мікроорганізмів є передумовою врівноваженого стану екосистеми. В результаті проведених досліджень встановлено, що навесні в шламі хвостосховища кількість амоніфікаторів значно менша, ніж в чорноземі звичайному. Так, в поверхневих шарах технозему (0-10 і 10-20 см) чисельність мікроорганізмів відповідно в 17 та 14 разів менша, ніж в чорноземі звичайному. Аналогічні дані отримані J.Long, Ch.Huang (2003), якими встановлено зменшення чисельності амоніфікаторів та актиноміцетів на 68,4-80,3% в ґрунтах рекультивованих ділянок з видобутку міді. Слід зазначити, що, на відміну від природних ґрунтів, в шламі хвостосховища нами встановлено зростання кількості амоніфікаторів в середньому на 0,1 млн КУО/г ґрунту в шарах 20-30 та 60-70 см. Отримані дані, скоріш за все, можна пояснити різницею структурної будови шламів порівняно з генетичними горизонтами чорнозему звичайного.

Виконаний нами аналіз свідчить про відновлення біогенності шламів при проведенні гірничотехнічної рекультивації хвостосховищ. Так, на моніторинговій ділянці з нанесенням на шлам 30 см родючого шару (Н/Нр), кількість амоніфікаторів зростає в 2-3 рази в поверхневих горизонтах, в порівнянні з шламом хвостосховища без рекультивації (але це в 6 рази менше, ніж в чорноземі). Отримані дані підтверджуються низькими даними показника мікробіологічної трансформації органічної речовини, який становить 0,3-0,9.

Дані, які представлені в табл. 1, свідчать, що навесні в едафотобах моніторингових ділянок з нанесенням на шлам 50 см лесу та 30 або 50 см родючого шару також відбувається відновлення чисельності амоніфікаторів в порівнянні з шламом без рекультивації. Їх кількість зростає в середньому в 2 рази в поверхневих шарах. При проходженні вниз за ґрунтовим розрізом встановлено незначне зменшення кількості мікроорганізмів на моніторингових ділянках.

В ґрунті і пов'язаних з ним рослинних субстратах актиноміцети та мікроорганізми, що трансформують мінеральні сполуки азоту, розповсюджені досить широко, оскільки ґрунт є субстратом, з якого вони виділяються в найбільшій кількості і різноманітності (Balows, 1991). Слід зазначити, що їх розповсюдження в ґрунтах в більшості випадків обмежуються чисельністю і



часткою роду *Streptomyces* від загальної кількості бактерій. Актиноміцети здатні більш успішно, у порівнянні з іншими бактеріями, освоювати простір, долаючи зони, в яких відсутні поживні речовини (Звягинцев, 2001).

Таблиця 2. Кількість бактерій, що мінералізують мінеральний азот (КАА) в техноземах і чорноземі звичайному (млн КУО/г ґрунту)

Шар ґрунту, см	M ± m	CV, %	% к контролю	Tst	КМ
Шлам хвостосховища ПівнГЗК					
0-10	0,23 ± 0,06	25,8	13,5	22,6	0,58
10-20	0,13 ± 0,02	12,1	14,2	7,5	0,32
20-30	0,16 ± 0,06	23,8	39,0	4,9	0,24
60-70	0,10 ± 0,06	16,3	23,9	0,4	0,38
Шлам хвостосховища ПівнГЗК + 30 см Н/Нр					
0-10	0,69 ± 0,04	14,1	17,7	22,4	2,05
10-20	0,34 ± 0,03	17,5	14,7	7,5	0,97
20-30	0,27 ± 0,02	24,1	12,0	7,4	0,57
60-70	0,24 ± 0,01	11,8	28,2	5,0	1,48
Шлам хвостосховища ПівнГЗК + 50 см Р + 30 см Н/Нр					
0-10	0,97 ± 0,03	7,5	24,8	21,0	2,85
10-20	0,39 ± 0,02	10,7	16,7	7,3	2,04
20-30	0,30 ± 0,01	15,3	13,9	7,3	1,07
60-70	0,25 ± 0,02	21,8	29,8	4,9	1,52
110-120	0,12 ± 0,01	27,2	21,8	5,2	0,89
Шлам хвостосховища ПівнГЗК + 50 см Р + 50 см Н/Нр					
0-10	0,81 ± 0,03	9,5	20,9	22,0	3,30
10-20	0,51 ± 0,03	11,5	21,9	6,8	2,78
20-30	0,32 ± 0,02	13,6	22,4	6,5	1,86
60-70	0,13 ± 0,02	28,7	15,6	5,9	1,31
110-120	0,1 ± 0,01	27,4	18,2	5,5	0,79
Чорнозем звичайний					
0-10	3,89 ± 0,14	7,8	–	–	2,53
10-20	2,33 ± 0,27	25,4	–	–	1,26
20-30	1,4 ± 0,17	26,4	–	–	1,00
60-70	0,92 ± 0,10	24,7	–	–	0,44
110-120	0,60 ± 0,07	24,5	–	–	0,27

Примітка: КМ – коефіцієнт мінералізації

Розкладення складних полімерів – лігніну, хітину, ксилана, целюлози, гумусових сполук є основною роллю міцеліальних прокаріот (актиноміцетів) (Jendrosser, 1997; Ledin, 1999). Отримані навесні результати кількісного складу

амілолітичних мікроорганізмів в чорноземі звичайному дають змогу стверджувати, що в поверхневих шарах чисельність мікроорганізмів становила 3,89 та 2,33 млн КУО/г ґрунту (див. табл. 2). При проходженні вниз за ґрунтовим розрізом встановлено зменшення їх кількості на 2,5-3 млн КУО/г ґрунту в порівнянні з поверхневим (0-10 см) шаром ґрунту. Показник мінералізації, який вказує на інтенсивність мінералізаційних процесів та засвоєння азотних сполук у ґрунті, досить високий і становить від 0,27 до 2,53 в усіх шарах ґрунту (див. табл. 2). На відміну від чорнозему, в техноземі шламу хвостосховища чисельність амільолітичних мікроорганізмів становить лише 0,23 і 0,13 млн КУО/г ґрунту в шарах 0-10 та 10-20 см, що в 17-18 рази менше, ніж в природному ґрунті. Отриманні дані підтверджуються низькими значеннями показника мінералізації – 0,24-0,58 (див. табл. 2).

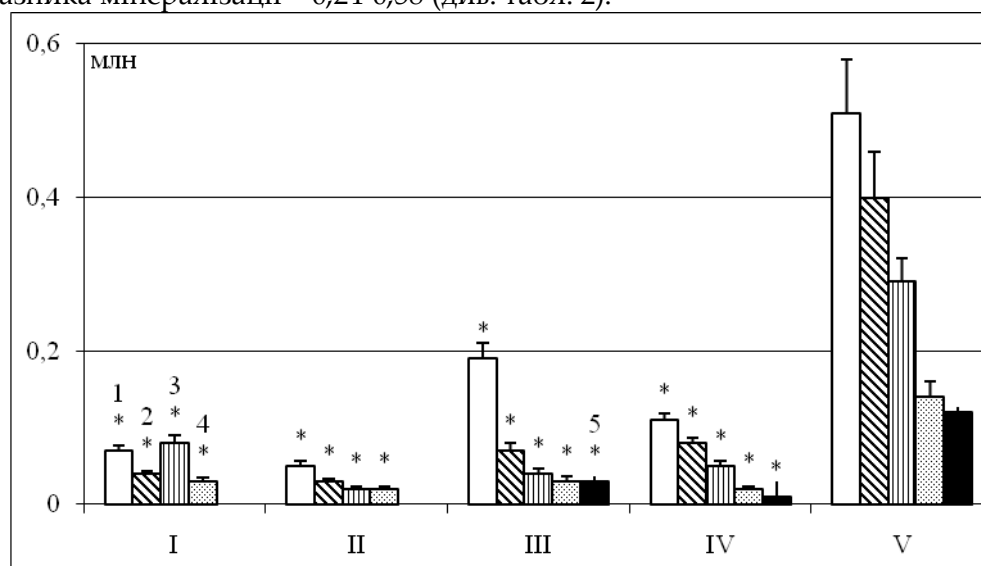


Рис. 1. Кількість стрептоміцетів (млн КУО/г ґрунту) навесні в техноземах та чорноземі звичайному.

I – шлам хвостосховища ПівнГЗК, II – шлам хвостосховища ПівнГЗК + 30 см Н/Нр, III – шлам хвостосховища ПівнГЗК + 50 см Р + 30 см Н/Нр, IV – шлам хвостосховища ПівнГЗК + 50 см Р + 50 см Н/Нр, V – чорнозем звичайний, 1 – глибина відбору проб 0-10 см, 2 – 10-20 см, 3 – 20-30 см, 4 – 60-70 см, 5 – 110-120 см, * – статистично достовірна різниця відносно контролю, $p < 0,05$

Доведено, що при нанесенні на шлам 30 см родючого шару Н/Нр, кількість амільолітичних мікроорганізмів зростає в 3 рази в шарах 0-10 та 10-20 см в порівнянні зі шламом без рекультивації. Слід зазначити, що найкращі умови для розвитку мікрофлори формуються на шламі з нанесенням 50 см лесу та 30 см родючого шару. Так, кількість мікроорганізмів навесні на зазначеній моніторинговій ділянці зростає в 3-4 рази в ґрунті родючого шару та в 1,3-1,6 рази в лесі в порівнянні з шламом без рекультивації. Коефіцієнт мінералізації



становить 2,85-0,89. Але все ж таки їх кількість значно менша, ніж в чорноземі звичайному. Таким чином, відновлення шламів з використанням гірничотехнічної рекультивації сприяє зростанню в 3 рази чисельності амілолітичних мікроорганізмів в порівнянні з шламом без рекультивації.

Слід зазначити, що у складі угруповань мікроорганізмів, які засвоюють мінеральний азот, більша частина припала на групу актиноміцетів. Це дає підстави вважати, що у ґрунті формуються сприятливі умови до інтенсифікації процесів трансформації найбільш біогенного елементу - азоту, а саме до активного розкладання білків і поліпептидів, мінералізації азотистих органічних сполук. При дослідженні кількості актиноміцетів роду *Streptomyces* встановлено, що в техногенних ґрунтах максимальна їх чисельність відмічається в шламі з нанесенням 50 см лесу та 30 і 50 см родючого шару. Так, навесні на моніторинговій ділянці з 50 см лесу і 30 см родючого шару кількість стрептоміцетів становила 190 та 70 тис КУО/г ґрунту, що в шарі 0-10 см в 2,7 рази, а в шарі 10-20 см - майже в 2 рази більше, ніж в шламі без рекультивації. В шарах з нанесенням лесу їх кількість не відрізняється від кількості стрептоміцетів в чистому шламі (див. рис. 1). На моніторинговій ділянці з 50 см родючого шару в поверхневих шарах число стрептоміцетів становить 110 та 80 тис КУО/г ґрунту. В нижніх горизонтах їх кількість не відрізняється, а в шарі 60-70см вона була на 10 тис КУО/г ґрунту менша в порівнянні зі шламом без рекультивації. Отже, гірничотехнічна рекультивація сприяє відновленню чисельності стрептоміцетів.

ВИСНОВКИ

Встановлено, проведення гірничотехнічної рекультивації шламів хвостосховищ лесом і родючим шаром в 30 або 50 см чорнозему звичайного, призводить до покращення едафічних умов для існування мікрофлори, яка приймає участь в процесах трансформації сполук азоту в ґрунті. Свідченням цього є відновлення чисельності органотрофних бактерій циклу азоту до 0,3 млн КУО/г ґрунту та збільшення в 2-3 рази кількості стрептоміцетів в поверхневих шарах. Зростаючі показники мікробіологічної трансформації та мінералізації органічної речовини в техноземах зазначених моніторингових ділянок підтверджують відновлення біогенності шламів при проведенні рекультивації, що призводить до інтенсифікації процесів мінералізації та засвоєння азотних сполук у ґрунті

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Забалуев В.А. Формирование агроэкосистем рекультивированных земель в степи Украины: эдафическое обоснование / В.А. Забалуев. – Киев, 2010. – 261с.
Звягинцев Д.Г. Экология актиномицетов / Д.Г.Звягинцев, Г.М.Зенова. – М.: ГЕОС, 2001. – 256 с.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 213 с.

Мірошниченко М.М. Вплив систем удобрення на мікробіологічні процеси трансформації азоту за різних ґрунтово-кліматичних умов / М.М. Мірошниченко, О.І. Маклюк, В.В. Чабанова, А.О. Мельничук, В.І. Чабан // Агрохімія і ґрунтознавство. – Випуск 77. Харків:ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського”, 2012. – С. 24-27.

Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н.С.Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.

Чабанова В.В. Вплив різних систем удобрення на мікробіологічні процеси трансформації азоту в чорноземі типовому на початку та наприкінці вегетації / В.В. Чабанова // Агрохімія і ґрунтознавство. – Випуск 74. Харків:ННЦ “ІГА ім. О.Н. Соколовського”, 2011. – С. 119-122.

Balows A. The Procaryotes. A handbook on the biology of bacteria. Ecophysiology, isolation, identification, application / Balows A., Truper H.G., Dworkin M. – Berlin: Springer-Verlag, 1991. – P. 921-1157

Jendrosser D. Bacterial degradation of natural rubber: a privilege of actinomycetes / D.Jendrosser, G.Tomasi, R.M.Kroppenstedt // FEMS Microbiol. Lett. – 1997. – Vol. 150, № 2. – P. 179-188.

Ledin M. Microorganisms as metal sorbents: comparison with other soil constituents in multi-compartment systems / M.Ledin, C.Krantz-Rulcker, B.Allard // Soil Biol. Biochem. – 1999. – Vol. 31, № 12. – P. 1639-1648.

Long J. Yingyong shengtai xuehao / J. Long, Ch. Huang, Y. Ten, H. Yao // Chin. J. Appl. Ecol. – 2003. – 14. № 11. – С. 1925-1928.

REFERENCES

Balows, A., Truper, H.G. & Dworkin, M. (1991). The Procaryotes. A handbook on the biology of bacteria. Ecophysiology, isolation, identification, application. Berlin:

Springer-Verlag.

Zabaluev, V.A. (2010). Formation of agricultural ecosystems in recultivated lands in Ukrainian Steppe. Ecological Background. Kiev.

Zviagincev, D.G., Zenova, G.M., (2001). Actinomicetes Ecology. Moscow: GEOS.

Methods of soil microbiology and soil biochemistry. (1980). Zviaginceva, D.G. (Ed.).

Moscow: Moscow State University.



- Chebanova, V.V. (2011). Impact of various fertilizer systems on microbiological processes of nitrogen transformation in chernozem soils in the beginning and in the end of vegetation. *Agrochemistry and Soil Science*. 74, 119-122.
- Jendrosser, D., Tomasi, G. & Kroppenstedt, R. (1997). Bacterial degradation of natural rubber: a privilege of actinomycetes. *FEMS Microbiol. Lett.* 150(2), 179-188.
- Ledin, M., Krantz-Rulcker, C. & Allard, B. (1999) Microorganisms as metal sorbents: comparison with other soil constituents in multi-compartment systems. *Soil Biol. Biochem.* 31(12), 1639-1648.
- Long J. Huang Ch., Ten, Y. & Yao, H. (2003). Yingyong shengtai xuehao. *Chin. J. Appl. Ecol.* 14(11) 1925-1928.
- Miroschnichenko, M.M., Makluk, O.I., Chabanova, V.V., Melnichuk, A.O., Chaban, V.I. (2012). Impact of fertilizer systems on microbiological processes of nitrogen transformation under various soils and climate conditions. *Agrochemistry and Soils Science*, 77, 24-27.
- Practicum in Microbiology (1995). Egorov, N.S. (Ed.). Moscow: Moscow State University.

Поступила в редакцію 02.04.2013

Как цитировать:

Сищикова, О.В. (2014). Вплив рекультивации техногенних ландшафтів на функціонування угруповань ґрунтових мікроорганізмів, які приймають участь в трансформації сполук азоту. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 4 (1), 159-169.

crossref <http://dx.doi.org/10.7905/bbmstu.v4i1.817>

© Сищикова, 2014

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).