

## **ВПЛИВ ФІТОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДВАЛІВ НА СЕЗОННІ ФЛУКТУАЦІЇ КІЛЬКІСНОГО ТА СТРУКТУРНОГО СКЛАДУ УГРУПОВАННЯ СТРЕПТОМІЦЕТІВ**

*Наведено результати дослідження впливу фіторекультивациї залізорудних відвалів з використанням деревних рослин (*Robinia pseudoacacia* L., *Pinus pallasiana* D. Don.) і трав'янистої рослинності на кількісний та структурний склад угруповання стрептоміцетів. Показано, що за чисельним складом амілолітичних мікроорганізмів та, зокрема, стрептоміцетів найвищі показники має едафотоп відвалу з насадженнями *Robinia pseudoacacia*, що підтверджується збільшенням майже в 2,5 разу видового багатства угруповання стрептоміцетів порівняно з іншими ділянками.*

**Ключові слова:** технозем, фіторекультивация, стрептоміцети, біорізноманіття.

Інтенсивний видобуток і переробка корисних копалин у Криворізькому залізорудному басейні та діяльність підприємств гірничорудної промисловості призводять до підтоплення територій, створення відвалів, териконів, кар'єрів та інших новоутворень, що зумовлює глобальні зміни характеру і темпів природних процесів, порушення структурної та функціональної організації біогеоценозів [5, 6, 8, 11, 14].

Позитивний вплив рослинності на формування мікробних угруповань у техногенно-порушених ґрунтах зазначає В. Marska et al. [18]. Вона встановила, зокрема, поліпшення структури мікробоценозу верхнього шару фосфогіпсових відвалів. Л.В. Єстеревська зі співавт. виявили, що рослинний покрив активно впливає на ґрунтотворний процес через збалансування структури і підвищення функціональної активності мікробних угруповань. Збільшується загальна біомаса мікробного ценозу, показник оліготрофності знижується втриє (в породах він становить 1000 з переважаанням оліготрофів зі слабким метаболізмом). Збільшується кількість грибів, актиноміцетів, бактерій, які засвоюють азот з органічних сполук і

виконують первинну деструкцію рослинного матеріалу вищих рослин [4]. Дослідженнями І.Х. Узбека також показано, що вік відвалу та формування рослинного покриву значно впливають на пул мікроорганізмів у цих ґрунтах. Культурфітоценози сприяють збільшенню кількості мікроорганізмів у верхніх шарах едафотопів і стабілізації конструкції мікробного ценозу відповідно до фізико-хімічних властивостей техноземів [15–17]. Аналогічні дані щодо збільшення біомаси мікроорганізмів під впливом листяного опаду деревних рослин отримали Z. Zheke і G. Zhihui [19].

Аналіз даних літератури виявив, що роль рослинного фактора у формуванні сталих угруповань стрептоміцетів у техноземах практично не вивчено, зокрема недостатньо досліджені флуктуації кількісного і таксономічного складу угруповання стрептоміцетів під різною рослинністю. Отримані результати сприятимуть створенню штучних рослинних насаджень з оптимальними умовами мінерального живлення рослин.

Дослідження проводили на відвалах Першотравневого кар'єру публічного акціонерного товариства «Північний гірничозбагачувальний комбінат» м. Кривий Ріг (ПАТ ПівнГЗК) навесні, влітку та восени 2009 р.

**Пробна ділянка 1.** Пласка берма свіжовідсипаного відвалу Першотравневого кар'єру.

**Розріз № 1.** Субстрат без ознак ґрунтоутворення. Суміш неогенових бурих глин, палевих лесоподібних суглинків, залістистих кварцитів, джеспілітів, роговиків, гематитових та магнетитових руд. Кам'янистість — 65–70 %.

**Пробна ділянка 2.** Пласка берма відвалу Першотравневого кар'єру, вік відсипки — 15–20 років. У рослинному покриві домінує *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Senecio erucifolius* L., поодинокі *Gypsophila perfoliata* L., *Artemisia absinthium* L., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser ex M. Bieb., *Linaria genistifolia* (L.) Mill., проективне покриття — 85–100 %. Перехід від буркуново-полинної до пірйної стадії. Поверхня ґрунту вкрита фрагментарним калданом щільністю до 1 см.

**Розріз № 2.** Примітивний нерозвинений ґрунт на лесоподібних суглинках.

Н — 0–3 см. Сірий, зернисто-порошистий сухий, пухкий суглинистий, густо пронизаний коренями, перехід чіткий за кольором, структурою та щільністю. Бурхливо скипає від 10 % НСІ.

Р — брудно-палевий безструктурний карбонатний суглинок, пронизаний коренями. Простежений до глибини 30 см.

Ґрунтоутворення за дерновим типом (виражений дерновий гумусоаккумулятивний процес).

**Пробна ділянка 3.** Насадження *Robinia pseudoacacia* L. з проективним покриттям 55 % на першій бермі відвалу Першотравневого кар'єру. Пласка берма відсипана тальковими сланцями, кам'янистість становить 80 %. Тип лісорослинних умов — суглинок сланцевий (тальковий) сухий (СГсц 0–1). Тип світлової структури — напівсвітлений. Тип деревостану — 10 Аб, вік — 35 років, зімкнутість — 0,8, другого ступеня розвитку. В підліску — *Ligustrum vulgare* L., зімкнутість — 0,6. Трав'янистий покрив відсутній. Тип лісу — Rb, акацієвик

бирючиновий. Рівень антропогенної трансформації біогеоценозу (БГЦ) становить 8 балів, а екологічний стан — 7 балів [13]. БГЦ автономного типу.

**Розріз № 3.** Примітивний розвинутий фрагментарний ґрунт.

Н<sub>0</sub> — 0–4 см. Підстилка з двох шарів. Верхній більш потужний (3 см), складається з напіврозкладених листків, нижній — мульовий шар. Біомаса підстилки — (1227,43 ± 11,14) г/м<sup>2</sup>.

Н — 0–12 см. Чорний з включеннями світлішого кольору, плямистість сягає 20%, суглинок сухуватий, кам'янистість — 50 %. Густо пронизаний корінням.

hP — 13–21 см. Сірий з включеннями світло-сірого кольору та зернами темних мінералів, суглинок сухуватий, кам'янистість — 65 %.

Р — глибше 21 см. Брудно-жовтий суглинок у проміжках між камінням середнього розміру.

Серед елементарних ґрунтоутворних процесів (ЕГП) переважають потужний гіпергенез сланців та гумусонагромадження за примітивним лісовим типом. Значною мірою виражені гуміфікація та мінералізація.

**Пробна ділянка 4.** Штучні насадження *Pinus pallasiana* D. Don. третього бонітету на першій бермі відвалу Першотравневого кар'єру. Плато з суглинистими ґрунтами, кам'янистість яких становить 15–20 %. Тип лісорослинних умов — суглинок сланцевий сухий (СГсц 0–1). Тип світлової структури — напівтіньовий. Тип деревостану — 10 Ск, вік — 35 років, зімкнутість — 0,6, другого ступеня розвитку. Рівень антропогенної трансформації БГЦ становить 8 балів, а екологічний стан — 7 балів [13]. БГЦ транзитно-автономні.

**Розріз № 4.** Примітивний розвинутий фрагментарний ґрунт.

Н<sub>0</sub> — 0–5 см. Підстилка з двох шарів. Верхній більш потужний (3 см), складається з малозміненої хвої, нижній — шар модеру утворений з майже чорних її фрагментів. Біомаса підстилки — (1231,52 ± 12,14) г/м<sup>2</sup>.

Н — 0–12 см. Сірий з включеннями більш темного і світлого кольору, плямистість — 20 %, суглинок сухуватий, кам'янистість — 50 %. Густо пронизаний корінням.

НР — 13–21 см. Світло-сірий з включеннями сірого кольору та зернами темних мінералів, суглинок сухуватий, кам'янистість — 65 %.

Р — глибше 21 см. Брудно-жовтий суглинок у проміжках між великим камінням.

Серед ЕГП переважають гумусонагромадження за примітивним лісовим типом та мінералізація.

Відбір ґрунтових зразків проводили за загальноприйнятими методиками на глибині — 0–10; 10–20 та 20–30 см [7]. Для мікробіологічного посіву і виділення стрептоміцетів готували ґрунтову суспензію, яку висівали на тверде поживне середовище — крохмале-аміачний агар. Виділення чистої культури стрептоміцетів проводили чашечним методом виснажувального штриха з подальшим перенесенням культури з ізольованої колонії в пробірку [12].

Ідентифікацію мікроорганізмів роду *Streptomyces* проводили з використанням методичних вказівок [10], опису видів роду *Streptomyces* та комп'ютерної програми їхньої ідентифікації *StmId*, розробленої співробітниками Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України [1].

Аналіз структури угруповань стрептоміцетів проводили з використанням загальноприйнятих в екології критеріїв [2, 3, 9].

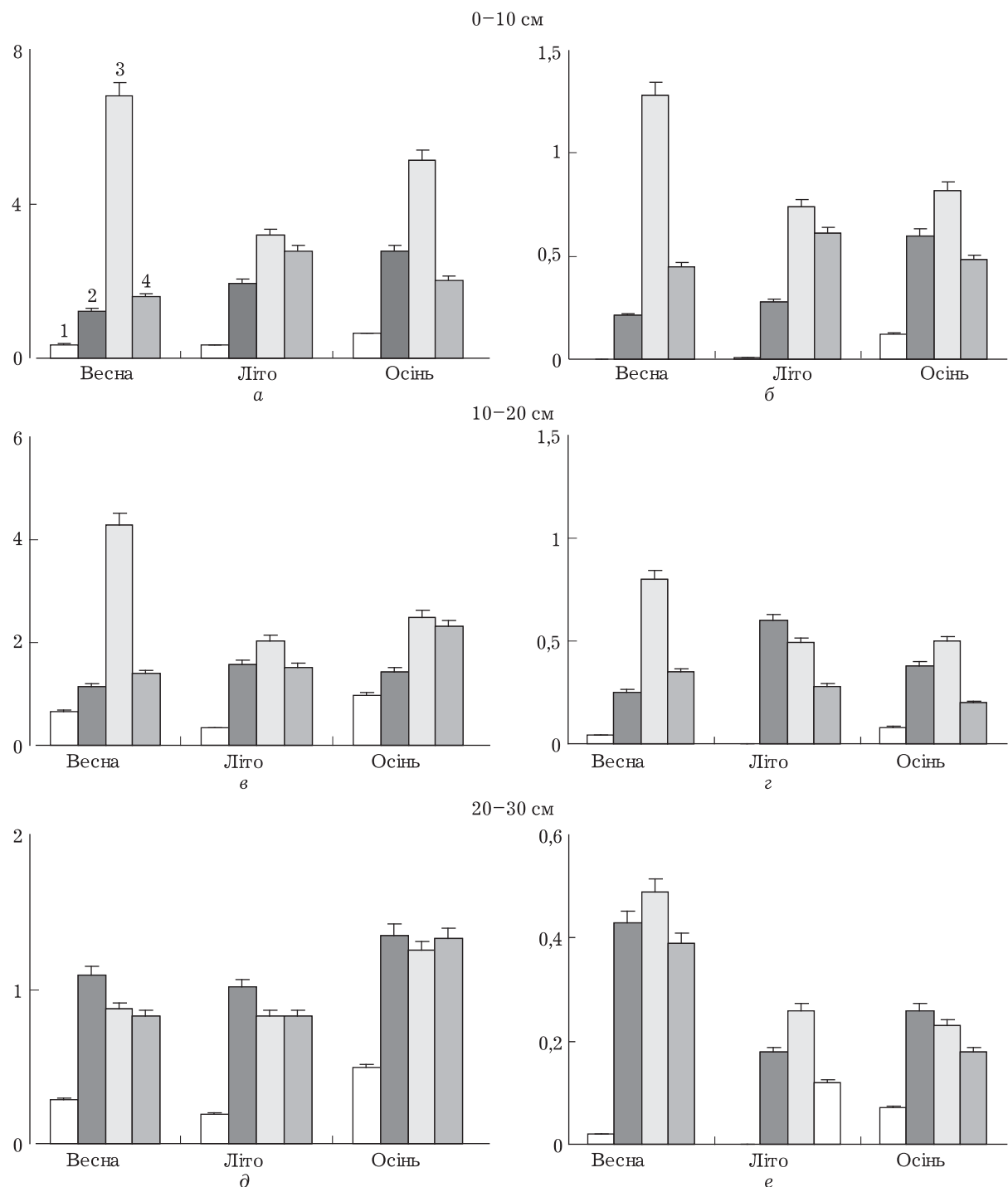
Проведене дослідження чисельності мікроорганізмів у технозомах відвалів Першотравневого кар'єру ПАТ ПівніГЗК свідчить, що впродовж року після відсіпки і покриття гірської породи лесами відбувається колонізація субстрату мікроорганізмами. Аналіз даних щодо сезонної динаміки загальної чисельності амілолітичних мікроорганізмів свідчить, що впродовж року їхня кількість у поверхневому шарі ґрунту зростає в 1,8 разу. Влітку в мікробоценозі з'являються стрептоміцети, а восени їхня частка вже становить 12 % від загальної кількості мікроорганізмів (рисунок).

Проведення фіторекультивациі відвалів позитивно впливає на створення стійких і функціонально активних мікробних ценозів у технозомах. Найчисленніший мікробоценоз формується під насадженнями *Robinia pseudoacacia*. Так, навесні в шарі технозему 0–10 см загальна чисельність амілолітичних мікроорганізмів становить 6,78 млн, а стрептоміцетів — 1,28 млн КУО/г ґрунту, загальна кількість мікроорганізмів у субстраті свіжовідсіпаного відвалу в 19,4 разу менша, ніж на попередній моніторинговій ділянці (див. рисунок), під трав'янистою рослинністю — в 5,6, а під насадженнями *P. pallasiana* — в 4,3 разу.

Аналіз кількості стрептоміцетів виявив, що в едафотобах відвалу під різнотрав'ям і *Pinus pallasiana* їхня чисельність зменшується відповідно в 6,1 і 2,8 разу порівняно з техноземом під *Robinia pseudoacacia*. В шарі відвалів 10–20 см спостерігається аналогічна тенденція зміни як загальної кількості мікроорганізмів, так і стрептоміцетів зокрема. В глибшому шарі (20–30 см) виявлено збільшення на 25 % загальної кількості амілолітичних мікроорганізмів в едафотопі під трав'янистою рослинністю порівняно з едафотопами під *R. pseudoacacia* і збільшення чисельності мікроорганізмів під *P. pallasiana* до рівня насаджень *R. pseudoacacia*. Чисельність стрептоміцетів у мікробоценозі техноземів під *R. pseudoacacia* є значно більшою, ніж на інших моніторингових ділянках.

Отримані дані дають підставу стверджувати, що влітку у верхніх шарах відвалу під насадженнями *Robinia pseudoacacia* загальна кількість амілолітичних мікроорганізмів є максимальною.

Аналогічну тенденцію виявлено при аналізі кількості стрептоміцетів (див. рисунок). У глибших шарах ґрунту (20–30 см) відзначене збільшення загальної кількості мікроорганізмів у технозомах відвалів під трав'янистою рослинністю в середньому на 40 % порівняно з рештою моніторингових ділянок. При дослідженні чисельності стреп-



Загальна кількість амілолітичних мікроорганізмів (а, в, д) та стрептоміцетів (б, г, е) (млн КУО/г ґрунту) в технозомах відвалів кар'єрів ПівнігЗК: 1 — плоска берма свіжовідсипаного відвалу; 2 — плоска берма відвалу під трав'янистою рослинністю; 3 — насадження *Robinia pseudoacacia* на першій бермі відвалу; 4 — насадження *Pinus pallasiانا* на першій бермі відвалу

томіцетів установлено, що влітку найбільша їхня кількість спостерігається в техноземі під насадженнями *Robinia pseudoacacia*, тоді як амілолітичних мікроорганізмів — під різнотрав'ям. На нашу думку, зазначена закономірність пояснюється тим, що техноземи під різнотрав'ям на глибині більш ніж 20 см мають на 14–29 % більшу польову вологість, ніж під насадженнями *R. pseudoacacia* та *Pinus pallasiana*.

Аналіз отриманих восени даних виявив максимальну загальну кількість мікроорганізмів у шарах відвалу під насадженнями *R. pseudoacacia* 0–10 та 10–20 см, а найменший їх вміст — у субстраті свіжовідсипаного відвалу. В шарі 10–20 см під насадженнями *Pinus pallasiana* зростає загальна кількість амілолітичних мікроорганізмів (до 2,32 млн КУО/г ґрунту), яка майже дорівнює чисельності мікроорганізмів під насадженнями *Robinia pseudoacacia*, а у нижньому шарі ґрунту — децю її перевищує (див. рисунок).

Підрахунок стрептоміцетів показав, що в шарах 0–10 і 10–20 см техноземів відвалів під *Robinia pseudoacacia* їхня чисельність є максимальною (0,84 і 0,51 млн КУО/г ґрунту відповідно), а під різнотрав'ям і *Pinus pallasiana* — менша в середньому в 1,4 і 2,1 разу відповідно. В глибшому шарі (20–30 см) едафотопу максимальну кількість стрептоміцетів (0,26 млн КУО/г ґрунту) зафіксовано під різнотрав'ям, а найменшу — в субстраті свіжовідсипаного відвалу.

У результаті проведених досліджень установлено, що в техноземі свіжовідсипаного відвалу навесні і влітку угруповання стрептоміцетів було моновидовим, оскільки з цього субстрату виділено лише один вид — *S. griseus* (табл. 1), тому індекс Бергера–Паркера дорівнював 1,0. Восени відбувалося збільшення видового різноманіття ценозу стрептоміцетів, доказом чого є збільшення майже в 4 рази величини індексу Бергера–Паркера (табл. 2). Домінуючим видом восени в шарах 0–10 і 20–30 см був *S. griseus*, частка якого в угрупованні

становила 34,6 і 21,4 % відповідно, а в шарі 10–20 см — *S. lactogriseus* (20 %) (див. табл. 1). Таким чином, у техноземах свіжовідсипаного відвалу формуються специфічні мікробні консорції піонерного типу, які здійснюють біохімічну трансформацію та деструкцію мінеральних і гумусоподібних органічних речовин техноземів, що сприяє збільшенню біогеохімічної активності екосистеми.

Дослідження едафотопів відвалу під різнотрав'ям виявило, що в структурі угруповання стрептоміцетів навесні в шарі 0–10 см домінують *S. dayalbaghensis* і *S. septisporus*, частка яких у ценозі становила 26,8%, тоді як у решти видів — не перевищувала 8,5 %. У нижчих шарах технозему відбувалася заміна домінуючих видів на *S. atratus* (24,8 %) і *S. griseus* (54,2 %), а в шарі 20–30 см — на *S. sporoherbeus* (25,1 %) і *S. sporostellatus* (29,1 %). Підтвердженням зростання видового різноманіття угруповання стрептоміцетів у ґрунті цієї моніторингової ділянки є збільшення на 35–70 % величини індексу Бергера–Паркера у весняний та літній період порівняно з іншими фіторекультивованими ділянками відвалів (див. табл. 2).

Аналіз змін у складі ценозу стрептоміцетів едафотопів відвалів під насадженнями *Robinia pseudoacacia* засвідчив зростання величини індексу Маргалефа в середньому в 1,6 разу порівняно з ділянкою під різнотравною рослинністю і в 1,8 разу — з ділянкою під *Pinus pallasiana*. Навесні в ценозі стрептоміцетів переважали *S. aerionidulus*, *S. griseus* і *S. subhalophilus*, частка яких становила 25 % у шарі 0–10 см, тоді як решти видів — не перевищував 9 %. З шару 10–20 см виділено лише 4 види, серед яких найпоширенішими були *S. sporostellatus* (40 %) і *S. septisporus* (46,6 %), а з шару 20–30 см — 5 видів, серед яких домінував *S. sporostellatus* (72 %). Влітку в усіх шарах технозему під насадженнями *R. pseudoacacia* домінуючим видом був *S. griseus*, частка якого становила від 30 до 50 %, а восени — *S. conganensis*, *S. griseus* і *S. subhalophilus* (див. табл. 1).

Таблиця 1. Участь видів в угрупованні стрептоміцетів на моніторингових ділянках, %

Вид	0–10 см			10–20 см			20–30 см		
	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь
<i>Свіжовідсипаний відвал</i>									
<i>S. aerionidulus</i>	—	—	14,3	—	—	15,0	—	—	7,1
<i>S. albocrustus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	10,7
<i>S. atratus</i>	—	—	—	—	—	7,5	—	—	—
<i>S. brasiliensis-1</i>	—	—	—	—	—	5,0	—	—	—
<i>S. canadensis</i>	—	—	—	—	—	2,5	—	—	3,6
<i>S. conganensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	17,9
<i>S. dayalbaghensis</i>	—	—	8,2	—	—	12,5	—	—	—
<i>S. enduracidicus</i>	—	—	—	—	—	2,5	—	—	—
<i>S. fragmentosporus</i>	—	—	—	—	—	5,0	—	—	—
<i>S. globosus</i>	—	—	8,2	—	—	12,5	—	—	—
<i>S. grisinus</i>	—	100	34,6	100	—	12,5	100	—	21,4
<i>S. lactogriseus</i>	—	—	4,1	—	—	20,0	—	—	3,6
<i>S. spitsbergensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	7,1
<i>S. sporostellatus</i>	—	—	16,3	—	—	—	—	—	17,9
<i>S. subhalophilus</i>	—	—	14,3	—	—	5,0	—	—	10,7
<i>Відвал з трав'янистою рослинністю</i>									
<i>S. aerionidulus</i>	—	3,6	4,1	—	3,2	8,1	—	2,8	4,2
<i>S. albocrustus</i>	—	15,3	28,6	—	16,7	13,8	—	38,0	17,7
<i>S. atratus</i>	3,7	—	—	24,8	—	10,6	—	—	—
<i>S. canadensis</i>	8,5	—	—	12,4	—	—	8,4	—	—
<i>S. conganensis</i>	—	7,2	5,5	—	13,2	—	—	25,4	—
<i>S. dayalbaghensis</i>	26,8	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. enduracidicus</i>	—	5,9	12,9	—	2,6	14,4	—	—	28,1
<i>S. fragmentosporus</i>	3,7	7,2	—	—	3,2	—	16,8	—	—
<i>S. globosus</i>	—	—	11,5	—	—	—	—	—	—
<i>S. grisinus</i>	8,5	27,9	1,8	54,2	19,2	—	8,4	15,5	7,3
<i>S. hofunensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	5,2
<i>S. lactogriseus</i>	3,7	—	—	—	—	—	6,1	—	—
<i>S. luteolucescens</i>	3,7	—	13,8	—	—	—	6,1	—	—
<i>S. nigriaromaticus</i>	—	—	—	—	—	8,1	—	—	10,4
<i>S. ravulus</i>	—	—	13,8	—	—	6,3	—	—	3,1
<i>S. septisporus</i>	26,8	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. sporoherbeus</i>	6,1	—	—	—	—	—	25,1	—	—
<i>S. sporostellatus</i>	8,5	19,8	7,8	8,6	24,4	30,6	29,1	—	24,0
<i>S. subhalophilus</i>	—	—	—	—	17,5	6,9	—	18,3	—
<i>S. violobrunneus</i>	—	13,1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Відвал з насадженнями Robinia pseudoacacia</i>									
<i>S. aerionidulus</i>	25,0	6,7	3,2	—	5,0	4,8	—	—	—
<i>S. albocrustus</i>	—	—	9,7	—	—	—	—	—	—
<i>S. atratus</i>	—	—	—	—	5,0	—	—	—	—
<i>S. brasiliensis-1</i>	—	—	—	—	—	4,8	—	—	11,1
<i>S. conganensis</i>	—	—	19,4	—	—	19,0	—	—	22,2
<i>S. curacoi</i>	—	—	—	—	—	14,3	—	—	11,1
<i>S. dayalbaghensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	16,7	—
<i>S. ederensis</i>	—	10,0	3,2	—	5,0	—	11,1	8,3	—
<i>S. enduracidicus</i>	2,3	10,0	—	6,7	—	14,3	5,6	—	11,1

Закінчення табл. 1.

Вид	0–10 см			10–20 см			20–30 см		
	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь
<i>S. fragmentosporus</i>	9,1	6,7	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. globosus</i>	—	3,2	—	—	5,0	—	—	—	—
<i>S. grisinus</i>	25,0	26,7	3,2	6,7	30,0	19,0	—	50,0	22,2
<i>S. lactogriseus</i>	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. luteolucescens</i>	—	—	3,2	—	—	—	—	—	—
<i>S. nigriaromaticus</i>	—	—	12,9	—	—	14,3	—	—	11,1
<i>S. septisporus</i>	—	20,0	—	40,0	15,0	—	5,6	—	—
<i>S. spitsbergensis</i>	—	—	3,2	—	—	—	—	—	—
<i>S. sporoherbeus</i>	6,8	—	—	—	—	—	5,6	—	—
<i>S. sporostellatus</i>	—	6,7	19,4	46,6	25,0	9,5	72,1	25,0	11,1
<i>S. subhalophilus</i>	25,0	—	22,6	—	10,0	—	—	—	—
<i>S. violaceomaculatus</i>	—	10,0	—	—	—	—	—	—	—
<i>Відвал з насадженнями Pinus pallasiana</i>									
<i>S. aerionidulus</i>	—	8,4	8,5	—	1,7	19,7	—	—	18,8
<i>S. albocrustosus</i>	—	—	—	—	34,2	—	—	27,7	—
<i>S. alboflaveolus</i>	—	—	3,5	—	—	—	—	—	—
<i>S. atratus</i>	—	—	—	—	9,2	—	—	—	—
<i>S. brasiliensis-1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	7,8
<i>S. caelestis</i>	—	—	12,5	—	—	—	—	—	—
<i>S. canadensis</i>	20,0	—	—	6,7	—	—	4,3	—	—
<i>S. conganensis</i>	—	10,0	14,5	—	—	—	—	8,5	4,7
<i>S. curacoi</i>	—	—	—	—	—	—	—	17,0	—
<i>S. dayalbaghensis</i>	—	12,0	—	—	9,2	27,6	—	14,9	15,6
<i>S. ederensis</i>	—	—	—	—	8,3	—	—	—	—
<i>S. enduracidicus</i>	—	—	6,5	—	—	14,5	—	—	37,5
<i>S. fragmentosporus</i>	—	—	—	5,2	—	—	14,5	—	—
<i>S. globosus</i>	—	—	19,0	—	—	9,2	—	—	10,9
<i>S. grisinus</i>	28,4	10,0	12,5	20,9	3,3	—	36,2	6,4	—
<i>S. nidulosus</i>	—	7,1	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. nigriaromaticus</i>	—	26,7	—	—	18,3	—	—	14,9	—
<i>S. salmonicolor</i>	—	—	4,5	—	—	—	—	—	—
<i>S. septisporus</i>	21,1	15,8	—	6,7	5,8	—	5,8	2,1	—
<i>S. sporoherbeus</i>	—	—	6,5	—	—	—	—	—	—
<i>S. spororutilis</i>	5,3	—	—	4,5	—	—	2,9	—	—
<i>S. sporostellatus</i>	25,2	10,0	7,5	56,0	10,0	—	36,2	8,5	—
<i>S. subhalophilus</i>	—	—	—	—	—	14,5	—	—	3,1
<i>S. violaceomaculatus</i>	—	—	4,5	—	—	14,5	—	—	—

Дослідження едафотопів відвалу під насадженнями *Pinus pallasiana* показали збіднення структури угруповання стрептоміцетів навесні, підтвердженням чого є дуже низькі значення індексів Маргалефа та Бергера–Паркера (див. табл. 2). Так, установлено, що в шарі 0–10 см *S. grisinus* є

домінантом (частка в ценозі — 28,4 %), а в усіх інших шарах технозему — *S. sporostellatus* (від 25 до 56 %). Влітку в шарі технозему 0–10 см домінує *S. nigriaromaticus*, а в глибших шарах — *S. albocrustosus* (від 28 до 34 %). Збільшення видового різноманіття угруповання зумовило зростання величини індек-

Таблиця 2. Індекси екологічного різноманіття угруповань стрептоміцетів моніторингових ділянок

Моніторингова ділянка	Dmg			1/d		
	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь
1	0	0	2,9	1,0	1,0	3,9
2	1,5	1,3	1,9	4,6	5,1	4,7
3	2,0	2,7	2,9	3,4	3,1	5,1
4	0,8	1,8	2,2	2,7	4,4	7,1

Примітка: Dmg — індекс Маргалефа; 1/d — індекс Бергера — Паркера.

су Бергера—Паркера. Восени в едафотопі відвалу під насадженнями *Pinus pallasiana* домінують *S. dayalbaghensis* (27,6 %) і *S. enduracidicus* (37,5 %).

Таким чином, встановлено, що в техноземах під насадженнями *Robinia pseudoacacia* формуються кращі умови для функціонування мікробоценозу, свідченням чого є найбільша кількість амілолітичних мікроорганізмів. Своєю чергою активне функціонування мікробоценозу в едафотопах під *R. pseudoacacia* інтенсифікує процеси біологічної мобілізації поживних речовин підстилки і ґрунту у доступні для засвоєння рослинами форми. За збільшенням кількості мікроорганізмів досліджені моніторингові ділянки можна розташувати таким чином: свіжовідсипаний відвал < насадження *Pinus pallasiana* ≤ різнотравна рослинність < насадження *Robinia pseudoacacia*. Під насадженнями *R. pseudoacacia* в едафотопах відвалу видове багатство угруповання стрептоміцетів збільшується майже в 2,5 разу, а значення індексу Бергера—Паркера зростає на 35–70 % навесні і влітку під трав'янистою рослинністю порівняно з іншими фіторекультивованими ділянками відвалів.

1. Валагурова Е.В., Козырицкая В.Е., Иутинская Г.А. Актиномицеты рода *Streptomyces*, описа-

ние видов и компьютерная программа их идентификации. — К.: Наук. думка, 2003. — 618 с.

2. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. — 184 с.

3. Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М. Экология актиномицетов. — М.: ГЕОС, 2001. — 256 с.

4. Етеревская Л.В., Момот А.Ф., Лехциер Л.В. Научные основы и прикладные аспекты восстановления почвенного покрова в техногенных ландшафтах Украины // История і сучасність ґрунтознавства і агрохімії в Україні. — Харків, 2006. — С.112–129.

5. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Підручник. — К.: Арістей, 2006. — 282 с.

6. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. — Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. — 232 с.

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

8. Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Устойчивое развитие — продовольственная безопасность — агроэкология // Экология. — 2000. — № 3. — С. 180–184.

9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. — М.: Мир, 1992. — 181 с.

10. Определитель актиномицетов. Роды *Streptomyces*, *Streptoverticillum*, *Chainia* / Г.Ф. Гаузе, Т.П. Преображенская, М.А. Свешникова и др. — М.: Наука, 1983. — 248 с.

11. Розанов Б.Г., Розанов А.Б. Основные тенденции изменения почвенного покрова земли под воздействием человека // Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. — М.: Изд-во МГУ, 1994. — С. 105–126.

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

13. Сметана М.Г. Методика оцінки екологічного стану регіону з високим промисловим навантаженням // Екологія і освіта: II міжнар. наук.-практ. конф. (24–26 жовт. 1996 р.). — Черкаси: Б.в., 1996. — С. 126–130.

14. Травлев А.П., Чернышенко С.В. Техногенная биогеоценология как теоретическая база для рекультивации нарушенных почв в Украине // Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку XXI сторіччя: міжнар. наук.-практ. конф. (19–20 квіт. 2006 р.): Тез. доп. — Харків: Б.в., 2006. — С. 156–157.

15. Узбек І.Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія». — Дніпропетровськ, 2001. — 36 с.

16. Узбек И.Х. Развитие корневых систем та значення видів *Medicago* L., *Onobrychis* Adans (Fabaceae) для техногенних ландшафтів // Укр. ботан. журн. — 1995. — 52, № 5. — С. 610–615.

17. Узбек И.Х., Шеманев В.И. Микробоценозы эдафотопов техногенных ландшафтов степной зоны Украины // Грунтознавство. — 2006. — 7, № 1-2. — С. 128–132.

18. Marska B., Gdula B., Malinowska K. Wplyw biohumusu na mikroflorę wierzchniej warstwy hatdy fosfogipsu // Folia Univ. agr. Stetin. Agr. — 1999. — 78. — S. 161–165.

19. Zheke Z., Zhihui G. Influence of *Populus* and *Metasequoia* debris on soils microorganisms biomass // Sci. silv. sin. — 2003. — 39, N 2. — P. 153–157.

Рекомендувала до друку Н.Е. Елланська

О.В. Сищикова

Криворожский ботанический сад НАН Украины, Украина, г. Кривой Рог

#### ВЛИЯНИЕ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛОВ НА СЕЗОННЫЕ ФЛУКТУАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И СТРУКТУРНОГО СОСТАВА СООБЩЕСТВА СТРЕПТОМИЦЕТОВ

Приведены результаты исследований влияния фиторекультивации железорудных отвалов с использованием древесных растений (*Robinia pseudoacacia* L., *Pinus pallasiana* D. Don.) и травянистой растительности на количественный и структурный состав сообщества стрептомицетов. Показано, что по численному составу амилитических микроор-

ганизмов и, в частности, стрептомицетов наивысшие показатели имеет эдафотоп отвала с насаждениями *Robinia pseudoacacia*, что подтверждается увеличением почти в 2,5 раза видового богатства сообщества стрептомицетов по сравнению с другими участками.

*Ключевые слова:* технозем, фиторекультивация, стрептомицеты, биоразнообразие.

O.V. Syshchukova

Kryvyi Rih Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kryvyi Rih

#### INFLUENCE OF IRON-ORE DUMPS PHYTORECUITIVATION ON SEASONAL FLUCTUATIONS OF QUANTITATIVE AND STRUCTURAL COMPOSITION OF STREPTOMYCETES ASSOCIATIONS

Are resulted the results of researches of phytorecultivation influence with the use of arboreal plants: *Robinia pseudoacacia* L., *Pinus pallasiana* D. Don. and grassy vegetation of iron-ore dumps on quantitative and structural composition of streptomycetes association. It is set that on numerical composition of amylolytic microorganisms and, in particular, streptomycetes the best indexes selected iron-ore dump with planting of *Robinia pseudoacacia*, that is confirmed by increase almost in 2.5 times of biodiversity of streptomycetes association on this area by comparison to other areas.

*Key words:* technozem, phytorecultivation, streptomycetes, biodiversity.