

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВИКОРИСТАННЯ ТА УДОБРЕННЯ СПОНТАННО ВІДНОВЛЮВАНОВОГО ТРАВСТОЮ НА ПЕРЕБІГ ҐРУНТОВИХ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

І. М. Малиновська, О. П. Сорока, М. М. Пташнік, В. Г. Кургак

ННЦ «Інститут землеробства НААН»
вул. Машинобудівників, 2Б; смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., 08162, Україна;
e-mail: irina.malinovskaya.1960@ukr.net

Мета. Дослідити стан мікробіоценозу ґрунту спонтанно відновлюваного фітоценозу 21-го року самозаростання за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{40}K_{70}$ і двоукісного режиму використання. **Методи.** Експериментально-польовий, лабораторно-аналітичний, мікробіологічні, статистичні. **Результати.** Оптимізація мінерального живлення відновлюваного фітоценозу сприяє збільшенню чисельності мікроорганізмів: амоніфікаторів у 2,24 раза, іммобілізаторів мінерального азоту — у 1,39, денітрифікаторів — у 3,19, нітрифікаторів — у 1,71, целюлозоруйнівних — у 1,64, актиноміцетів — у 1,17, мікроміцетів — у 1,20, мобілізаторів органофосфатів — у 1,33 раза. Внаслідок застосування двоукісного режиму використання трав'янистих ценозів чисельність мікроорганізмів більшості досліджених груп не змінюється, за винятком денітрифікаторів, целюлозоруйнівних бактерій, мікроміцетів і мобілізаторів органофосфатів. Застосування мінеральних добрив призводить до уповільнення мінералізаційних процесів у ґрунті: індекс педотрофності зменшується в 2,28 раза, коефіцієнт мінералізації сполук азоту — в 1,60, оліготрофності — в 2,25, активність мінералізації гумусу — в 1,65 раза. Відчуження рослинної біомаси несуттєво впливає на перебіг мікробіологічних процесів у ґрунті: індекс педотрофності зростає на 18,2 %, коефіцієнт оліготрофності — на 3,63 %, коефіцієнт мінералізації сполук азоту зменшується на 6,6 %, активність мінералізації гумусу — на 6,2 %. **Висновки.** Нестача мінеральних елементів у ґрунті перелогу провокує інтенсифікацію мінералізаційних процесів, а оптимізування мінерального живлення рослин фітоценозу сприяє їх уповільненню. Зниження сумарної біологічної активності й підвищення фітотоксичності ґрунту за двоукісного використання травстоїв свідчить про початок процесів виснаження ґрунту.

Ключові слова: мікробіоценоз, еколого-трофічні групи, мінеральні добрива, режим використання травстоїв, мінералізація, гумус, токсичність.

Актуальність теми. Високий ступінь розораності земельного фонду є проблемою Західної Європи, Росії та України, ступінь розораності земель якої складає 82 % [1]. В Україні, згідно з Постановою Мінагрополітики України та Президії УААН (2000), розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням» від 22 жовтня 2014 р. № 1024-р [2; 3] для поліпшення структурно-функціональної організації агроландшафтів та відновлення їх господарсько-виробничої спроможності передба-

чено вивести з інтенсивного обробітку близько 10 млн га земель з відведенням 2 млн га під заліснення, решту — під трав'янисті екосистеми, переважно кормового призначення. Реалізація зазначеної програми в повному обсязі дозволить істотно поліпшити просторово-функціональну та екологічну збалансованість сільськогосподарських ландшафтів, припинити або принаймні суттєво зменшити ерозію ґрунтів, подальше замулення малих та середніх річок і забруднення водних ресурсів, яке останнім часом набуло загрозливих масштабів. Одночасно це дозволить віднови-

ти та істотно збагатити природне біологічне різноманіття, посилити рекреаційну цінність природно-антропогенних територіальних комплексів. У секторі аграрного виробництва це сприятиме збільшенню поголів'я великої рогатої худоби та відновленню тваринництва, одержанню недорогої, якісної й висококонкурентної на внутрішньому й зовнішньому ринках продукції, створенню надійної бази для збереження та відновлення родючості ґрунтів. Тому значну увагу привертають дослідження способів відновлення господарсько цінних трав'янистих екосистем як джерела високоякісних кормів і важливих осередків видового біорізноманіття. Не менш важливим є вивчення впливу зазначених формувань на інші види біоти екосистем, зокрема й мікробне угруповання, за участю якого у тісній взаємодії з рослинами і факторами абіотичного середовища відбувається трансформація, міграція й біогеохімічний колообіг речовин та енергії у біогеоценозах.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в північній частині Правобережного Лісостепу (сmt Чабани Києво-Святошинського району Київської області) у довгостроковому моніторинговому стаціонарі ННЦ «Інститут землеробства НААН» з вивчення закономірностей спонтанного зацілинення колишніх рілних земель на вододільних сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах із вмістом у 0–20 см шарі: гумусу — 1,68 %, лужногідролізованого азоту — 8,3 мг, рухомих форм P_2O_5 — 15,8 мг, K_2O — 13,8 мг та гідролітичною кислотністю 1,3 мг-екв. / 100 г сухого ґрунту, рН — 5,6. Дослідження способів оптимізації мінерального живлення спонтанно відновлюваного фітоценозу здійснювали в дрібноділянковому досліді відділу кормовиробництва ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп, їхню фізіолого-біохімічну активність, показники інтенсивності мінералізації сполук азоту, органічної речовини й гумусу, а також вірогідність формування бактеріальних колоній (ВФК) розраховували, як вказано раніше [4]. Для узагальненої оцінки біологічного стану ґрунту розраховували показник сумарної біологічної активності (СБА) з використанням методу відносних величин [5].

Фітотоксичні властивості ґрунту визна-

чали за використання рослинних біотестів (пшениця озима) за М. А. Красильниковим [6].

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft Office.

Результати та їх обговорення. Застосування мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{40}K_{70}$ на спонтанно відновлюваних фітоценозах 21-го року самозаростання сприяє суттєвому зростанню чисельності мікроорганізмів: амоніфікаторів — у 2,24 раза, іммобілізаторів мінерального азоту — у 1,39, денітрифікаторів — у 3,19, нітрифікаторів — у 1,71, целюлозоруйнівних — у 1,64, актиноміцетів — у 1,17, мікроміцетів — у 1,20, мобілізаторів органофосфатів — у 1,33 раза (табл. 1).

Двохукісний режим використання відновлюваних фітоценозів майже не впливає на загальну чисельність мікроорганізмів — за-свідчено неістотне зменшення їхньої кількості проти ділянок без скошування рослинної маси травостоїв (табл. 1). Проте водночас суттєво зменшується кількість денітрифікаторів у зв'язку з тим, що азот інтенсивніше споживається рослинами за рахунок активізації процесів відростання рослинної біомаси, особливо після проведення першого укосу. Чисельність целюлозоруйнівних бактерій знижується в 2,04 раза за відчуження рослинної біомаси внаслідок скошувань. У варіанті без скошувань біомаса (як і в контролі) наприкінці вегетаційного періоду формує підстилку, яка поступово розкладається целюлозоруйнівними мікроорганізмами та іншими гідролітиками. Аналогічна закономірність спостерігається щодо чисельності мікроміцетів і мобілізаторів органофосфатів, яка зменшується за двохукісного використання на 59,8 % і 147,0 % відповідно (табл. 1).

Оптимізація мінерального живлення рослин у варіанті без скошувань забезпечує збільшення фізіолого-біохімічної активності мікроорганізмів практично всіх досліджених груп, за винятком целюлозоруйнівних (табл. 2). Оскільки у цьому варіанті досліді, як і у контрольному, теж не відбувається відчуження рослинної біомаси, то виникає питання, чому знижується активність саме целюлозоруйнівних бактерій. Можна було б припустити, що має місце статистична флуктуація, проте таку ж саму закономірність було встановлено за результатами проведених

Таблиця 1. Вплив режимів використання травостою на чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті за внесення мінеральних добрив, млн КУО* / г сухого ґрунту, 2020 р.

Варіанти дослідів	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання ґрунцюк ґрунту	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педофіли	Целюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кг	Мобілізатори органічних фосфатів	Загальна чисельність
Контроль (без добрив, без скошування)	84,8	28,7	36,9	0	4,70	0,275	25,1	11,80	5,57	9,90	16,7	0,670	3,83	1,190	6,27	235,2
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , без скошування	190,0	40,0	36,7	0	15,00	0,497	24,7	19,30	5,33	5,90	19,7	0,804	4,00	0,612	8,33	370,2
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , два скошування	187,0	36,8	37,5	0	3,55	0,375	28,4	9,45	4,05	6,41	15,2	0,503	3,37	0,920	3,37	336,0
НІР ₀₅	12,0	2,55	1,05		0,88	0,082	1,05	1,86	0,92	1,04	0,94	0,098	0,25	0,220	0,95	

Примітка: КУО* — колонієутворювальна одиниця; Кг** — питома фосфатмобілізувальна активність.

попередніх досліджень [7; 9]. Проведення двох скошувань призводить до зниження активності мікроорганізмів: несуттєвого — амоніфікаторів, іммобілізаторів мінерального азоту, педотрофів, актиноміцетів, мікроміцетів; суттєвого — олігонітрофілів (у 7,73 раза), нітрифікаторів (у 1,71 раза), мобілізаторів мінеральних фосфатів (у 2,5 раза).

Аналіз експериментальних даних показує, що попри тривале перебування ґрунту у перелоговому стані, він ще не увійшов у стан рівноваги. Чітко просліджується висока інтенсивність мінералізування органічної речовини ґрунту, сполук азоту та гумусу (табл. 3). Причиною цього є дефіцит елементів мінерального живлення і, особливо, азоту. Для порівняння: такої закономірності проходження ґрунтових процесів не виявлено у валісько-кострицевому фітоценозі (переліг 34-го року заростання), за рахунок досить високої участі у складі рослинних угруповань бобових видів трав (8–12 % загального проективного покриття) [8]. У складі наземнокуничникового фітоценозу (переліг 21-го року заростання) найбільшого поширення набули злакові види трав, а частка бобових видів складає лише 1–2 %. Удобрення останнього повним мінеральним добривом у дозі $N_{90}P_{40}K_{70}$ забезпечує зниження рівня інтенсивності проходження мінералізаційних процесів: індекс педотрофності зменшується в 2,28 раза, коефіцієнт мінералізації сполук азоту — в 1,60, оліготрофності — в 2,25, активність мінералізації гумусу — в 1,65 раза.

Отже, дефіцит елементів мінерального живлення в ґрунті перелогу 21-го року заростання провокує інтенсифікацію мінералізаційних процесів у ньому, а за оптимізації мінерального живлення рослин шляхом внесення $N_{90}P_{40}K_{70}$ забезпечується істотне уповільнення мінералізаційних процесів.

Відчуження рослинної маси на фоні застосування НРК-мінеральних добрив має незначний вплив на перебіг мікробіологічних процесів. Проти варіанту без скошування індекс педотрофності зростає лише на 18,2 %, коефіцієнт оліготрофності — на 3,63 %, коефіцієнт мінералізації сполук азоту знижується на 6,6 %, активність мінералізації гумусу — на 6,2 %. Це свідчить про те, що основним чинником, який визначає спрямованість та інтенсивність проходження мінералізаційних процесів у біогеоценозі перелогу 21-го

року заростання, є оптимізація мінерального живлення рослин.

Скошування все ж таки виснажують ґрунт, попри мінеральне удобрення, про це свідчить як величина сумарної біологічної активності, так і показник фітотоксичності ґрунту — він збільшується проти варіанту без скошувань на 30,1 %.

Висновки. Оптимізація умов мінерального живлення рослинних угруповань перелогу 21-го року заростання забезпечує суттєве зростання чисельності та фізіолого-біохімічної активності ґрунтових мікроорганізмів. За двохукісного режиму використання фітоценозів 21-го року самозаростання чисельність мікроорганізмів досліджених груп мало змінюється. Дефіцит елементів мінерального живлення в ґрунті провокує інтенсифікацію мінералізаційних процесів в ньому: індекс педотрофності збільшується в 2,28 раза, коефіцієнт мінералізації сполук азоту — в 1,60, оліготрофності — в 2,25, активність мінералізації гумусу — в 1,65 раза. Відчуження рослинної маси на фоні застосування мінеральних добрив ($N_{90}P_{50}K_{70}$) має незначний вплив на перебіг мікробіологічних процесів. Проти варіанту без скошування індекс педотрофності зростає лише на 18,2 %, коефіцієнт оліготрофності — на 3,63 %, коефіцієнт мінералізації сполук азоту знижується на 6,6 %, активність мінералізації гумусу — на 6,2 %.

ЦИТОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Камінський В. Ф., Коломієць Л. П., Шевченко І. П. Науково-методичні аспекти використання еродованих земель в агроландшафтах зони Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 13–19. <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk201811-02>
2. Боговін А. В., Пташнік М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопях. Монографія. К. : Вид-ць Сладкевич Б. А., 2017. 356 с.
3. Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80>.
4. Malynovska I. M., Kaminskyi V. F., Tkachenko M. A. Influence of heavy metals pollution on the formation of microbial community in gray forest soil. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (6), P. 97–100. https://doi.org/10.15421/2020_264

Таблиця 2. Вплив режимів використання травостой на вірогідність формування колоній мікроорганізмів (λ , $\text{год}^{-1} \cdot 10^{-2}$) у сірому лісовому ґрунті, 2020 р.

Варіанти дослідів	Амоніфікатори	Іммобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педотрофи	Целюлозоруйнівні бактерії	Автохтонні	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів
Контроль (без добрив, без скошування)	2,10	3,30	3,70	0,84	1,86	1,90	5,80	1,43	2,70	3,30
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , без скошування	2,90	3,40	5,80	1,30	12,50	2,70	4,80	1,48	3,40	7,00
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , два скошування	2,50	2,60	0,75	0,76	12,60	2,30	2,70	1,30	3,10	2,80

Таблиця 3. Показники інтенсивності мінералізаційних процесів і фітотоксичні властивості сірого лісового ґрунту залежно від удобрення та режимів використання перелугу 21-го року заростання, 2020 р.

Варіанти дослідів	Індекс педотрофності	Коефіцієнт оліготрофності	Коефіцієнт імобілізації азоту	Активність мінералізації гумусу, %	Сумарна біологічна активність	Маса 100 рослин тест-культури — озимої пшениці, г		
						стебла	коріння	загальна маса
Контроль (без добрив, без скошування)	0,296	0,435	0,337	39,4	950,0	9,90	9,62	19,5
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , без скошування	0,130	0,193	0,210	23,9	1112,2	9,21	9,76	19,0
N ₉₀ P ₅₀ K ₇₀ , два скошування	0,152	0,200	0,197	22,5	1096,6	7,71	6,87	14,6
НП ₀₅						0,09	0,07	

5. Русакова И. В. Биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном использовании соломы на удобрение. *Почвоведение*. 2013. № 12. С. 1485–1493. <https://doi.org/10.7868/S0032180X13120101>

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

7. Малиновська І. М., Сорока О. П. Стан мікробіоценозу малорічного перелогу за мінераль-

ного удобрення. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. К. : Ексмо. 2009. Вип. 4. С. 29–34.

8. Малиновська І. М., Сорока О. П. Вплив агротехнічних заходів на перебіг мікробіологічних процесів у ґрунті малорічного перелогу. *Сільськогосподарська мікробіологія: здобутки та перспективи: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (м. Чернігів, 27–30 вересня)*. Чернігів, 2011. С. 256–260.

Отримано 16.04.2021

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.33.55-61>

UDC 631.46:631.445.41:631.84

INFLUENCE OF REGIMES OF USE AND FERTILIZATION OF SPONTANEOUSLY RENEWABLE SWARD ON THE COURSE OF SOIL MICROBIOLOGICAL PROCESSES

I. M. Malynovska, O. P. Soroka, M. M. Ptashnik, V. H. Kurhak

National Scientific Centre “Institute of Agriculture of the NAAS”, Chabany, Kyiv region
e-mail: irina.malinovskaya.1960@ukr.net

Objective. To study the state of the soil microbiocenosis of spontaneously renewable phytocenosis of the 21st year of self-growth after the application of mineral fertilizers at the dose of N₉₀P₄₀K₇₀ and the two-mow regime. **Methods.** Experimental-field, laboratory-analytical, microbiological, statistical. **Results.** Optimization of mineral nutrition of renewable phytocenosis contributes to an increase in the number of microorganisms: ammonifiers 2.24 times, mineral nitrogen immobilizers — 1.39, denitrifiers — 3.19, nitrifiers — 1.71, cellulose-destructive — 1.64, actinomycetes — 1.17, micromycetes — 1.20, organophosphate mobilizers — 1.33 times. As a result of two-mow regime of the use grass cenoses, the number of microorganisms in most of the studied groups does not change, except for denitrifiers, cellulose-destroying bacteria, micromycetes and organophosphate mobilizers. The use of mineral fertilizers leads to a slowdown of mineralization processes in the soil: pedotrophicity index decreases by 2.28 times, the coefficient of mineralization of nitrogen compounds — by 1.60 time, oligotrophicity — by 2.25 times, the activity of humus mineralization — by 1.65 times. Alienation of plant biomass has a negligible effect on the course of microbiological processes in the soil: pedotrophicity index increases by 18.2 %, oligotrophicity coefficient — by 3.63 %, nitrogen mineralization coefficient decreases by 6.6 %, humus mineralization activity — by 6.2 %. **Conclusion.** Lack of mineral elements in the soil of the fallow provokes the intensification of mineralization processes, and the optimization of mineral nutrition of phytocenosis plants contributes to their slowing down. The decrease in the total biological activity and the increase in the phytotoxicity of the soil with the two-mow use of sward indicate the beginning of the processes of soil depletion.

Key words: microbiocenosis, ecological and trophic groups, mineral fertilizers, sward use regimen, mineralization, humus, toxicity.

REFERENCES

1. Kaminsky, V. F., Kolomiets, L. P., & Shevchenko, I. P. (2018). Naukovo-metodychni aspekty vykorystannia erodovanykh zemel v ahrolandshaf-takh zony Lisostepu. [Scientific and methodological

aspects of the use of eroded lands in the agricultural landscapes of the Forest-Steppe zone]. *Visnyk ah-rarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*. 11 (788), 13–19 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-02>

2. Bogovin, A. V., Ptashnik, M. M., Dudnik, S. V., & Sladkevich, B. A. (2017). *Vidnovlennia produktyvnykh, ekolohichno stiiykh travianystykh bioheotsenoziv na antropotransformovanykh edafotopakh* [Restoration of productive, ecologically stable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes] Kyiv [in Ukrainian].
3. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 22 zhovtnia 2014 roku pro skhvalennia Kontseptsii borotby z dehradatsiieiu zemel ta opusteliuvanniam [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of October 22, 2014 about approval of the Concept to combat land degradation and desertification]. Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80> [in Ukrainian].
4. Malynovska, I. M., Kaminskyi, V. F., & Tkachenko, M. A. (2020). Influence of heavy metals pollution on the formation of microbial community in gray forest soil. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (6), 97–100. https://doi.org/10.15421/2020_264
5. Rusakova, I. V. (2013). *Biologicheskie svoystva dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvyi pri dlitelnom ispolzovanii solomyi na udobrenie* [Biological properties of sod-podzolic sandy loam soil with prolonged use of straw for fertilization]. *Pochvovedenie — Soil Science*, 12, 1485–1493 [in Russian]. <https://doi.org/10.7868/S0032180X13120101>
6. Krasilnikov, N. A. [Eds.]. (1966). *Metody izucheniya pochvennykh mikroorganizmov i ih metabolitov* [Studying methods of soil microorganisms and their metabolites]. Moscow [in Russian].
7. Malynovska, I. M., & Soroka, O. P. (2009). Stan mikrobiotsenozu malorichnoho perelohu za mineral'noho udobrennya [The state of the microbiocenosis of perennial fallow with mineral fertilizers]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva — Collection of scientific works of the Institute of Agriculture*, 4, 29–34. [in Ukrainian].
8. Malynovska, I. M., & Soroka, O. P. (2011, September). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na perebih mikrobiolohichnykh protsesiv u hrunti malorichnoho perelohu [Influence of agrotechnical measures on the course of microbiological processes in the soil of perennial fallow]. Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference Agricultural Microbiology: Achievements and Prospects (pp. 256–260). Chernigiv [in Ukrainian].

Отримано 16.04.2021