



## Intensity of microbiological processes in gray forest soils under the liming and plowing of crop by-products

I. M. Malynovska, N. A. Tkachenko

*NRC «Institute of Agriculture of the NAAS», Chabany, Kyiv region, Ukraine*

### Article info

Received 11.10.2018

Received in revised form

01.11.2018

Accepted 18.11.2018

*NRC «Institute of Agriculture of the NAAS», Mashinobudivnykiv str., 2B, Chabany, Kyiv region, 08162, Ukraine.*

Tel.: +38-067-929-60-47

E-mail:

*irina.malynovskaya.1960@ukr.net*

**Malynovska, I. M., & Tkachenko, N. A. (2019). Intensity of microbiological processes in gray forest soils under the liming and plowing of crop by-products. Ecology and Noospherology, 30(1), 19–23. doi:10.15421/031903**

Established that liming with single dose by hydrolytic acidity (1,0 Hg) slows down the processes of organic matter mineralization in gray forest soil: without mineral fertilizers – in 2,1 times, with mineral fertilizers – in 4,1, with plowing of the seed crop biomass and the by-products of the predecessor – in 1,4 times. The mineralization of nitrogen compounds as a result of liming also proceeds slower: without mineral fertilizers – in 1,2 times, with mineral fertilizers – in 2,2 times. Confirmed patterns that were obtained in previous years of research about the impact of liming on the activity of humus mineralization – it decreases as a result of liming with full dose (1,0 Hg) without mineral fertilizers by 66,7 %, with mineral fertilizers – by 4,4 %. The total biological activity in the soil without a mineral fertilizer increases as a result of liming by 23,0 %, with mineral fertilizers – by 42,5, at the background of exogenous organic matter (EOM) plowing – by 83,7 %. Liming allows to reduce the level of phytotoxicity of soil without mineral fertilization by 17,9 %, %, with mineral fertilizers at the background of EOM – by 12,2 %. Positive influence of liming is amplified in variants with introduction of organic matter into the soil (byproducts of predecessor and siderate). Plowing of siderate crop biomass and by-products of predecessor in crop rotation allows to slow down the processes of organic matter accumulation in soil. The application of liming and mineral fertilizers in combination with the introduction of EOM reduces the index of pedotropy in 2,1 times, only with mineral fertilizers (N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>) – in 1,5 times. Similarly, plowing of the EOM affects the intensity of other mineralization processes. The total biological activity increases as a result of EOM plowing into the soil: in the variant with the use of mineral fertilizers by 54,7 %, with mineral fertilizers and liming – by 28,9 %. Confirmed previously established laws regarding the impact of optimization of mineral nutrition on the activity of decomposition of humic substances: with an increase in the dose of mineral fertilizers in 1,5 and 2 times the activity of mineralization of humus decreases by 6,0 and 10,1 % respectively. With the improvement of mineral nutrition of plants, the amount of root extracts is increased, which is a more accessible substrate than humus acids, which leads to slowing down of the destruction of humus substances.

**Keywords:** nitrogen mineralization coefficient; index of pedotrophy; oligotrophy coefficient; humus mineralization activity; total biological activity; gray forest soil; liming; mineral fertilizer

## Напруженість мікробіологічних процесів у сірому лісовому ґрунті за вапнування і заорювання побічної продукції рослинництва

I. М. Малиновська, М. А. Ткаченко

*ННЦ «Інститут землеробства НААН», Чабани, Київська обл., Україна*

Установлено, що вапнування однією дозою за гідролітичною кислотністю уповільнює процеси мінералізації органічної речовини сірого лісового ґрунту: без мінерального удобрення – у 2,1 разу, із мінеральним удобренням – у 4,1 разу, на фоні заорювання біомаси сидеральної культури та побічної продукції попередника – у 1,4 разу. Мінералізація сполук азоту в результаті вапнування відбувається також повільніше: без мінерального удобрення – у 1,2 разу, з мінеральним удобренням –

у 2,2 разу. Підтверджено закономірності, які отримані в попередні роки, щодо впливу вапнування на активність мінералізації гумусу – вона зменшується в результаті вапнування повною дозою без мінерального удобрення на 66,7 %, із мінеральним удобренням – на 4,43 %. Сумарна біологічна активність у ґрунті варіанта без мінерального удобрення зростає в результаті вапнування на 23,0 %, із мінеральним удобренням – на 42,5 %, на фоні заорювання екзогенної органічної речовини (ЕОР) – на 83,7 %. Заорювання біомаси сидеральної культури та побічної продукції попередника в сівозміні дозволяє уповільнити процеси освоєння мікроорганізмами органічної речовини ґрунту. Застосування вапнування і мінеральних добрив у поєднанні із внесенням ЕОР зменшує індекс педотрофності у 2,1 разу, із застосуванням тільки мінеральних добрив ( $N_{60}P_{30}K_{60}$ ) – у 1,5 разу. Аналогічним чином заорювання ЕОР впливає на інтенсивність інших мінералізаційних процесів. Сумарна біологічна активність зростає в результаті заорювання екзогенної органічної речовини в ґрунт варіанта із застосуванням мінеральних добрив на 54,7 %, із застосуванням мінеральних добрив і вапнування – на 28,9 %.

**Ключові слова:** коефіцієнт мінералізації азоту; індекс педотрофності; коефіцієнт оліготрофності; активність мінералізації гумусу; сумарна біологічна активність; сірий лісовий ґрунт; вапнування; мінеральне удобрення

## Вступ

У нашій країні ґрунти з підвищеною кислотністю (рН нижче 5,5) займають великі площі – понад 9,14 млн га (Medvedev, Plisko, 2015). Значна частина кислих дерново-підзолистих ґрунтів знаходиться в зоні Полісся. Крім того, кислою реакцією характеризуються червоноземи, сірі лісові, торф'яно-болотні ґрунти і частково вилужені й опідзолені чорноземи. Кислі ґрунти мають несприятливі біологічні, фізичні та хімічні властивості. Внаслідок витіснення кальцію йонами водню з ґрунтового вбірного комплексу підвищується дисперсність насичених воднем мінеральних колоїдних частинок, що призводить до поступового їх руйнування і вимивання за межі орного шару ґрунту. Цим пояснюється малий вміст у кислих ґрунтах колоїдної фракції, вони мають низьку ємність поглинання і слабку буферність. У таких ґрунтах сильно пригнічена діяльність ґрунтових мікроорганізмів, особливо азотфіксувальних вільно існуючих і симбіотичних бактерій, для розвитку яких найбільш сприятлива нейтральна реакція ґрунтового середовища (рН 6,5–7,5) (Karyagina et al., 1991; Mineev et al., 1999; Zavyalova et al., 2005). У той же час підвищена кислотність є причиною розвитку в ґрунті грибів, серед яких багато збудників хвороб рослин та токсинотворювачів.

Вапнування за правильного застосування активізує біологічні і хімічні процеси у ґрунтах, сприяє зростанню рухомості нітратів, фосфору органічних сполук, фосфатів заліза і алюмінію, а також калію. При внесенні вапна посилюється активність целюлозоруйнівних, амонійфіксувальних, маслянокислих та інших бактерій, що розкладають рослинні рештки (Karyagina et al., 1991; Mineev et al., 1999; Zavyalova et al., 2005; Zavyalova, Mitrofanova, 2008). При цьому відбувається гуміфікація рослинних решток із утворенням ульминових і гумінових кислот, які в присутності кальцію сприяють утворенню водостійких агрегатів. Застосування вапна приводить до зростання загальної біологічної та протеазної активності, кількості сапрофітних бактерій та бактерій-аеробів (Snitinsky et al., 2014).

Метою проведення наших експериментальних досліджень було встановлення спрямованості та напруженості мінералізаційних процесів у сірому лісовому ґрунті за використання різних систем удобрення та вапнування.

## Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили в системі полігонного моніторингу, який було створено на базі стаціонарного досліді відділу агроґрунтознавства і ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН». В адміністративному відношенні територія досліді розміщена в Києво-Святошинському районі Київської області, на правобережжі р. Дніпра. Ґрунт досліді ділянки – сірий лісовий крупнопилувато-

легкосуглинковий. До закладання досліді ґрунт характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 1,44 %;  $pH_{\text{сол.}}$  – 4,6; гідролітична кислотність – 3,6 мг-екв/100 г ґрунту; обмінні основи: кальцій – 3,9; магній – 0,58 мг-екв/100 г ґрунту; ступінь насичення основами – 56 %, вміст лужногідролізованого азоту – 7–9 мг; рухомих фосфатів – 13–25 мг, обмінного калію – 8–17 мг/100 г ґрунту. Вапно (вапнякове борошно) вносили у 1992 р. та повторно у 2005 р. за гідролітичною кислотністю. Повна доза 1,0 Нг становила 4,5–6,0 т/га  $CaCO_3$  залежно від фактичних показників гідролітичної кислотності в кожному варіанті.

Чергування культур зерно-просапної сівозміни було таким: соя, пшениця яра, кукурудза на силос, ячмінь із підсівом конюшини лучної, конюшина (2-й укіс на сидерат), пшениця озима, просо.

Об'єктом досліджень був ґрунт варіантів стаціонарного досліді: 1 – без добрив (контроль); 2 – вапнування за показником гідролітичної кислотності повною дозою 1,0 Нг; 3 –  $N_{60}P_{30}K_{60}$ ; 4 –  $N_{60}P_{30}K_{60} + CaCO_3$  (1,0 Нг); варіанти удобрення по фоні заорювання побічної продукції рослинництва щорічно і біомаси сидеральної культури в рік вирощування конюшини; 6 –  $N_{60}P_{30}K_{60}$ , 7 –  $N_{60}P_{30}K_{60} + CaCO_3$  (1,0 Нг), 12 –  $N_{90}P_{45}K_{90} + CaCO_3$  (1,0 Нг), 13 –  $N_{120}P_{60}K_{120} + CaCO_3$  (1,0 Нг). У досліджуваних варіантах вирощували пшеницю яру, попередник – соя. Площа посівної ділянки 60 м<sup>2</sup> (10 × 6), облікової – 24 м<sup>2</sup> (6 × 4), повторність досліді чотириразова.

Чисельність і вірогідність формування колоній (ВФК) мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методами, які описані раніше (Malynovska et al., 2014). Статистичну обробку результатів проводили з використанням сучасних програм *Microsoft Excel*.

## Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимізація мінерального живлення рослин і рН ґрунтового середовища веде до збільшення чисельності та фізіолого-біохімічної активності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, зниження активності мінералізації гумусу й активності витрачання органічної речовини ґрунту (табл. 1, 2). Вапнування послаблює процеси мінералізації органічної речовини ґрунту: без мінерального удобрення – у 2,1 разу, з мінеральним удобренням – у 4,07 разу, на фоні заорювання біомаси сидеральної культури та побічної продукції попередника – у 1,36 разу (табл. 1, 2). Мінералізація сполук азоту також уповільнюється: без мінерального удобрення – на 15,7 %, із мінеральним удобренням – у 2,23 разу. Підтверджено закономірності, які отримано в попередні роки щодо впливу хімічної меліорації на активність мінералізації гумусу – вона зменшується в результаті вапнування (1 Нг) без мінерального удобрення на 66,7 %, із мінеральним удобренням – на 4,43 % (табл. 1, 2). Закономірності впливу нейтралізації надлишкової кислотності на перебіг

Таблиця 1

Вплив агротехнічних заходів на чисельність мікроорганізмів у сірому лісовому ґрунті, млн. КУО/г абсолютно сухого ґрунту, середні дані за вегетаційний період 2014 р.

Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання грудочок ґрунту	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педотрофи	Целлюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Автохтонні	Актиноміцети	Мікроміцети	Метанісинтезувальні мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кислототворювальні	K <sub>r</sub>	Загальна чисельність
Без добрив (контроль)	164,8	54,7	29,1	0,07	47,4	0,088	86,6	18,9	4,26	14,3	17,2	0,344	0,103	9,94	23,1	0,725	645,9
CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	346,5	67,8	47,2	74,0	154,8	0,111	84,1	33,9	4,48	8,33	22,5	0,339	0,070	4,40	2,58	1,06	871,8
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	326,6	93,7	82,0	0,67	117,2	0,138	81,7	62,5	4,21	9,08	30,2	0,347	0,092	5,96	6,66	1,05	830,1
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	612,3	91,0	55,8	92,0	152,2	0,178	79,0	53,3	3,26	12,5	26,1	0,395	0,065	17,4	7,25	0,291	1209,2
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	649,0	183,4	119,2	0,07	117,0	0,163	106,8	76,6	11,4	15,5	44,7	0,567	0,097	34,0	17,0	0,757	1387,1
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	684,5	195,3	173,3	88,0	149,4	0,171	82,5	87,5	4,98	19,0	24,5	0,377	0,060	8,91	11,0	2,15	1538,0
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	609,9	146,4	152,6	90,0	144,1	0,084	85,5	46,2	6,67	18,5	25,2	0,424	0,063	9,52	7,71	1,17	1354,9
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)	608,2	287,4	124,5	0,06	117,4	0,117	189,9	108,1	20,3	39,7	35,2	0,398	0,061	7,82	13,5	0,981	1558,6
НІР <sub>05</sub>	15,3	9,85	5,56	7,35	5,12	0,002	5,13	8,14	2,01	1,95	0,95	0,01	0,005	2,87	0,001		

Сидерат + подбйна  
продукція



мінералізаційних та іммобілізаційних процесів у сірому лісовому ґрунті збігаються із закономірностями, які встановлені раніше для темно-сірого опідзоленого та сірого лісового ґрунтів (Malynovska, 2012; Malynovska et al., 2014).

Нейтралізація надлишкової кислотності ґрунтового середовища також дозволяє підвищити сумарну біологічну активність у ґрунті варіанта без мінерального удобрення – на 23,0 %, із мінеральним удобренням – на 42,5 %, на фоні заорювання екзогенної органічної речовини – на 83,7 % (табл. 2). Вапнування дозволяє знизити рівень фітотоксичності ґрунту без мінерального удобрення на 17,9 %, із мінеральним удобренням на фоні внесення ЕОР – на 12,2 %. Позитивний вплив вапнування посилюється у варіантах із внесенням у ґрунт органічної речовини (побічної продукції попередника та сидерату).

За мінерального удобрення ( $N_{60}P_{30}K_{60}$ ) заорювання побічної продукції попередника і біомаси сидеральної культури приводить до істотного зростання чисельності мікроорганізмів майже всіх досліджених груп: амоніфікаторів – на 98,7 %, іммобілізаторів мінерального азоту – на 95,7, олігонітрофілів – 45,4, нітрифікаторів – 18,1, педотрофів – 30,7, целюлозоруйнівних мікроорганізмів – 22,6, автохтонних – 70,7, актиноміцетів – 48,0, мікроміцетів – на 63,4 %, полісахаридсинтезувальних, кислотоутворювальних і мобілізаторів мінеральних фосфатів – у 2,71, 2,55 і 5,70 рази відповідно. Загальна чисельність мікроорганізмів при цьому зростає на 67,2 % (табл. 1).

Заорювання біомаси сидеральної культури та побічної продукції попередника в сівозміні дозволяє уповільнити процеси освоєння мікроорганізмами органічної речовини ґрунту. Так, у варіанті сумісного застосування вапнування і мінеральних добрив внесення ЕОР зменшує індекс педотрофності у 2,07 рази, за застосування тільки мінеральних добрив ( $N_{60}P_{30}K_{60}$ ) – у 1,52 рази (табл. 2). Аналогічним чином заорювання ЕОР впливає на інтенсивність інших мінералізаційних процесів. Наприклад, коефіцієнт оліготрофності зменшується у варіантах із заорюванням ЕОР на фоні мінеральних добрив на 36,4 %. Сумарна біологічна активність зростає у результаті заорювання екзогенної органічної речовини в ґрунт варіанта із застосуванням мінеральних добрив на 54,7 %, із застосуванням мінеральних добрив і вапнування – на 28,9 %.

Раніше нами було встановлено, що внесення мінеральних добрив дозволяє уповільнити деструкцію гумусових речовин (Malynovska, Soroka, 2011). Ця закономірність підтверджується приведеними результатами досліджень: зі збільшенням дози мінеральних добрив у 1,5 і 2 рази активність мінералізації гумусу зменшується на 6,0 і 10,1 % відповідно (табл. 2). Із покращенням мінерального живлення рослин збільшується кількість кореневих виділень, які є доступнішим субстратом порівняно із гумусовими кислотами, що призводить до уповільнення деструкції гумусових речовин.

## Висновки

В результаті виконаних досліджень встановлено, що нейтралізація надлишкової кислотності ґрунтового середовища та внесення екзогенної органічної речовини дозволяють оптимізувати спрямування мінералізаційних та синтезаційних процесів у сірому лісовому ґрунті. Уповільнення мінералізації загальної органічної речовини ґрунту, і гумусових речовин зокрема, сприяє відтворенню потенційної та ефективної родючості сірого лісового ґрунту.

## References

- Karyagina, L. A., Kostyukovich, L. A., Bogdanovich, I. M. (1991). Vliyanie izvestkovaniya na biologicheskuyu aktivnost' i balans gumusa v dernovo-podzolistoy suglinistoy pochve [The effect of liming on the biological activity and the balance of humus in sod-podzolic loamy soil]. *Eurasian Soil Science*, 10, 69–83 (in Russian).
- Malynovska, I. M. (2012). Spryamovanist mikrobiolohichnykh protsesiv u temno-siromu opidzolenomu hruntі za rіznnykh tekhnolohiy vyroshchuvannya soyi [Direction of microbiological processes in dark gray podzolized soil for different technologies of soybean cultivation]. *Problemy ekolohichnoyi biotekhnolohiyi*, 1 [elektronne naukove vydannya]. <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/767/744> (in Ukrainian).
- Malynovska, I. M., Dombrovska, I. V. (2011). Stan mikrobiotsenozu siroho lisovoho hruntu za rіznotsilovoho vykorystannya [Microbiocenose state of gray forest soil for diverse use]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu. Ser. bioloh.*, 57, 21–25 (in Ukrainian).
- Malynovska, I. M., Soroka, O. P. (2011). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na perebih mikrobiolohichnykh protsesiv u hruntі malorіchnoho perelohu [Influence of agrotechnical measures on the course of microbiological processes in the soil of a few-year history]. *Materialy Vseukrayinskoyi naukovoї konferentsiyi «Silskohospodarska mikrobiolohiya: здобутky ta perspektyvy»*, Chernihiv, 256–260 (in Ukrainian).
- Malynovska, I. M., Tkachenko, M. A., Sachok, V. H., Skumina, M. O. (2014). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na mikrobni uhrupovannya siroho lisovoho hruntu [Influence of agrotechnical measures on microbial groups of gray forest soil]. *Problemy ekolohichnoyi biotekhnolohiyi*, 1 [elektronne naukove vydannya]. <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/6741/7552> (in Ukrainian).
- Medvedev, V. V., Plisko, I. V. (2015). Tsinni, dehradovani i maloproduktyvni grunty Ukrayiny: zakhody z okhorony i pidvyshchennya rodyuchosti [Valuable, degraded and unproductive soils of Ukraine: measures to protect and enhance fertility]. *Smuhasta typohrafiya*, Kharkiv (in Ukrainian).
- Mineev, V. G., Gomonov, N. F., Zenova, G. M., Skvortsova, N. N. (1999). Vliyanie dlitel'nogo primeneniya sredstv khimizatsii na agrokhimicheskiye i mikrobiologicheskiye svoystva dernovo-podzolistoy pochvy [The effect of long-term use of chemicals for agrochemical and microbiological properties of sod-podzolic soil]. *Agrokhimiya*, 5, 5–12 (in Russian).
- Snitinsky, V. V., Gabriel, A. Y., Germanovich, O. M., Olifir, Yu. M. (2014). Biolohichna aktyvnist yasno-siroho lisovoho poverkhnego ohleyenoho hruntu zalezno vid antropohennoho vplyvu [Biological activity of clear-gray forest surface gleyed soil depending on anthropogenic impact]. *Silskohospodarska mikrobiolohiya*, 19, 47–52 (in Ukrainian).
- Zavyalova, N. E., Kosolapova, A. I., Mitrofanova, E. M. (2005). Vliyanie izvesti na pokazateli plodorodiya dernovo-podzolistoy pochvy [The influence of lime on fertility indicators of sod-podzolic soil]. *Plodorodiye*, 1, 26–28 (in Russian).
- Zavyalova, N. E., Mitrofanova, E. M. (2008). Vliyanie mineralnykh udobreniy i izvestkovaniya na biologicheskuyu aktivnost dernovo-podzolistoy pochvy [The effect of mineral fertilizers and liming on the biological activity of sod-podzolic soil]. *Agrokhimiya*, 12, 29–34 (in Russian).