МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЧОРНОЗЕМУ РЕГРАДОВАНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

О. Л. ТОНХА, доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К.Шукули
E-mail: oksana16095@gmail.com

А. Д. БАЛАЄВ, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К.Шукули
E-mail: bal_grunt@ukr.net

О. В. ПІКОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К.Шукули
E-mail: pikovska_olena@ukr.net

Д. В. ТАРАСЕНКО, аспірантка* кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К.Шукули
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Мікроорганізми відіграють дуже важливу роль у формуванні ґрунтів, забезпечуючи їх функціонування як біоосних тіл природи і є індикатором якісних змін ґрунту. Внаслідок антропогенного впливу відбувається зниження чисельності й збіднення видового складу мікробіоти. Досліджено зміни показників мікробіологічної активності чорнозему реградованого під впливом інтенсивної, маловитратної та органічної систем удобрення кукурудзи на зерно. Визначення чисельності різних груп ґрунтових мікроорганізмів проводилось за методикою Д. Г. Звягінцева посівом ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища.

Встановлено, що найбільш сприятливі показники мікробіоценозу були на варіанті з органічною системою удобрення. Як низький агрохімічний фон, так і варіант інтенсивної системи несприятливо впливали на процеси гуміфікації у чорноземному ґрунті за вмістом педотрофних і гуматрозкладаючих організмів. За інтенсивної технології встановлено посилення оліготрофності, що обумовлює конкуренцію за доступний азот між мікроорганізмами й рослинами. Кількість амоніфікуючих організмів за маловитратної системи була у 2,03

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, доцент О.Л.Тонха.

рази більше відносно інтенсивної та у 2,3 – відносно органічної системи, що свідчить про тенденцію до розкладу органічних речовин.

Ключові слова: мікробіологічна активність ґрунту, чорнозем, мікроорганізми, системи удобрення, органічна речовина, органічна система удобрення.

Актуальність.

Ґрунт є складною і динамічною біологічною системою, а визначення складу мікроорганізмів є досить складним. Саме тому важливим є розуміння функцій, що виконують ті чи інші групи мікроорганізмів у ґрунті [1]. Зростання антропогенного навантаження на ґрунти зумовлює зниження чисельності й збіднення видового складу, а також погіршення показників функціонування ґрунтових мікроорганізмів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Мікробіологічний стан є індикатором змін, що відбуваються в ґрунтах і показником здатності їх до самовідновлення та реабілітації. Таким чином, основою удосконалення високоефективних систем землеробства й управління мікробними процесами в чорноземах за різного їх антропогенного використання є комплексна оцінка мікробного біому, вивчення біорізноманіття і просторово-функціональної структури мікробного комплексу.

Дослідженнями вчених встановлено зміни мікробіологічної активності ґрунтів за різного їх використання. Тривале удобрення ґрунту значно підвищувало мікробну біомасу ґрунту і дегідрогеназну активність. Органічні добрива мали більший вплив на біомасу та активність порівняно з мінеральними [2]. Мікробіологічна

активність ґрунту має тісний взаємозв'язок з органічною речовиною ґрунту [3]. Залишення соломи пшениці зумовило збільшення вмісту нітрогену та тенденцію до збільшення вмісту органічного карбону [4].

У дослідженнях В. І. Лопушняк [5] встановлено вплив різних систем удобрення буряка цукрового: мінеральна система удобрення зумовила ґрунтовтому на початку вегетації буряків цукрових та від фази виходу у трубку пшениці озимої. Органо-мінеральна і органічна системи удобрення знижували ґрунтовтому і сприяли збільшенню мікробного біорізноманіття, а також стабілізації агроекологічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту. Про позитивний вплив удобрення та сівозміни на мікробіологічну активність вказують дослідження [6]. Відмічено зниження напруженості процесів мінералізації та оліготрофності ґрунту. Неприятливі умови були на варіантах без внесення добрив.

У дослідженнях [7] застосування сидератів та побічної продукції збільшувало чисельність азотобактера, зниження питомого вмісту меланінсинтезувальних мікроміцетів на 12,4 %, зменшення фітотоксичності ґрунту на 16,8 % порівняно із середньою фітотоксичністю ґрунту варіантів без внесення екзогенної органічної речовини. Також вони вказують, що оптимізація мінерального живлення рослин приводить до уповільнення мінералізації гумусу, загальної органічної речовини ґрунту і сполук азоту.

На позитивний вплив органічних систем удобрення вказано у роботах [8, 9]. Разом з тим, вилучення побічної продукції призводить до дисбалансу органічної речовини гумусу (дефіцит складає 0,19 т / га, дефіцитність елементів живлення зростає на 125 %) [10]. Із показників, за якими оцінюється біологічна активність ґрунту, найбільш повним слід вважати загальну кількість мікроорганізмів у ґрунтовому середовищі, хоч і за ним можна оцінити лише потенційну активність, яка за сприятливих умов середовища буде високою, а за несприятливих – низькою [11].

Метою досліджень було визначення та аналіз чисельності різних фізіологічних груп мікроорганізмів та біогенності чорнозему реградованого за різного удобрення.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводили у стаціонарному досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН». Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем реградований малогумусний середньосуглинковий на лесі. Дослідження проводили у п'ятипільній сівозміні з чергуванням культур: горох-пшениця озима-кукурудза-сося-ячмінь ярий у полі кукурудзи на зерно. У досліді вивчали три системи удобрення: 1) органічна без внесення мінеральних добрив, з використанням побічної продукції попередника як добрива та з обробленням зерна азотфіксувальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, гуматами та регуляторами росту рослин;

2) маловитратна система удобрення (за середньобагаторічними даними

по Лісостеповій зоні передбачена для одержання середньої урожайності культур сівозміни): горох – $N_{30}^{30}P_{30}^{30}K_{30}^{30}$, озима пшениця – $N_{30}^{30}P_{60}^{60}K_{60}^{60} + N_{30}^{30}$, сося – $N_{20}^{20}P_{40}^{40}K_{40}^{40}$, Кукурудза – $N_{60}^{60}P_{70}^{70}K_{60}^{60} + N_{20}^{20}$, ярий ячмінь – $N_{40}^{40}P_{40}^{40}K_{40}^{40} + N_{25}^{25}$;

3) інтенсивна система удобрення передбачає наступні дози добрив: горох $N_{30}^{30}P_{50}^{50}K_{50}^{50}$, озима пшениця – $N_{30}^{30}P_{90}^{90}K_{90}^{90} + N_{50}^{50} + N_{40}^{40}$, сося – $N_{20}^{20}P_{60}^{60}K_{60}^{60} + N_{40}^{40}$, Кукурудза – $N_{20}^{20}P_{90}^{90}K_{90}^{90} + N_{100}^{100}$, ярий ячмінь – $N_{20}^{20}P_{80}^{80}K_{80}^{80}$.

Відбір та підготовка зразків ґрунту для дослідження аеробної мікробіоти у лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO 10381 – 6-2001. Визначення чисельності різних груп ґрунтових мікроорганізмів проводилось згідно з методикою Д. Г. Звягінцева [12] посівом ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища. На м'ясо-пептонному агарі (МПА) вивчалась загальна чисельність мікроорганізмів, що розкладають органічні сполуки, які містять азот. На крохмало-аміачному середовищі (КАА) вивчалися мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту. Кількість мікроорганізмів, що синтезують меланіни – на середовищі Чапека при pH = 5,0, розкладають гумати – на середовищі з гуматом натрію, педотрофів – на ґрунтовому агарі. Статистична обробка даних здійснювалася за допомогою пакета прикладних програм Statistica.

Кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти як чутливий індикатор стану агроєкосистеми, відображає ступінь антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник під час оцінки екологічного стану ґрунту, що дає можливість виявити певні зміни екосистеми ще на ранніх стадіях [13].

Результати дослідження та їх обговорення.

Різна інтенсивність використання ґрунту призвела до зміни чисельності мікроорганізмів, що беруть участь у циклі азоту. У чорноземі реградованому кількість амоніфікаторів залежала від системи удобрення (табл. 1).

Найбільша кількість амоніфікуючих мікроорганізмів була в кореневмісному шарі ґрунту за органічної технології, позаяк за маловитратної – у 2,3 рази менша, що свідчить про розкладання органічної речовини. Для оцінки процесів гумусоутворення використовують показник чисельності педотрофних мікроорганізмів, що беруть участь у розкладі периферичних частин гумусових речовин, а також гуматрозкладаючих мікроорганізмів, які здійснюють глибоку деструкцію. Кількість педотрофних мікроорганізмів найменшою була за маловитратної і складала $27,9 \pm 5,10$ млн КУО⁽¹⁾/г ґрунту, за інтенсивної та органічної відповідно в у 3,4 та 3,5 разів більше. Отже, прослідковується тенденція до прискореного розкладу периферійної

частини гумусових кислот. Чисельність гуматрозкладаючих мікроорганізмів також найвищою була за маловитратної технології і складала $0,40 \pm 0,05$ млн КУО⁽¹⁾/г ґрунту, що в 2,5 рази вище від інтенсивної технології. Слід підкреслити, що найменше педотрофних організмів відмічено за органічної системи удобрення. Це свідчить про те, що за даної системи створюються найбільш сприятливі умови для накопичення гумусу у чорноземі реградованому. Таким чином, низький агрохімічний фон несприятливо впливає на процеси гуміфікації у чорноземному ґрунті і зумовлює швидкий розклад органічної речовини ґрунту. Також негативні тенденції відмічені також за високого антропогенного навантаження на чорноземи.

Важливу роль у процесах гумусоутворення, формування структури ґрунту відіграють ґрунтові мікрміцети й водорості. Найбільша чисельність та кращі умови для гумусонакопичення формуються за органічної та інтенсивної систем удобрення, дещо нижчі значення були за маловитратної системи удобрення кукурудзи.

1. Чисельність еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів в чорноземі типовому, млн КУО⁽¹⁾ / г ґрунту

Найменування показників, одиниці вимірювань	Маловитратна	Інтенсивна	Органічна
Мікроорганізми, що використовують органічні форми азоту (амоніфікуючі)	$34,9 \pm 4,09$	$71,1 \pm 4,37$	$80,8 \pm 4,04$
Мікроорганізми, що використовують мінеральні форми азоту (амілолітичні)	$10,8 \pm 0,58$	$24,9 \pm 1,55$	$17,9 \pm 0,95$
Педотрофних мікроорганізмів	$27,9 \pm 5,10$	$93,8 \pm 5,22$	$98,9 \pm 7,18$
Чисельність оліготрофних мікроорганізмів	$0,9 \pm 0,09$	$19,5 \pm 2,78$	$8,3 \pm 0,53$
Мікрміцети*	$121,2 \pm 12,73$	$167,0 \pm 19,79$	$153,8 \pm 6,34$
Чисельність гуматрозкладаючих мікроорганізмів	$0,40 \pm 0,05$	$0,16 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$
Біогенність	74,5	209	206

Примітка: * - тис КУО(1)/г ґрунту

2. Спрямованість мікробних процесів

Найменування показників, одиниці вимірювань	Малови- тратна	Інтенсивна	Органічна
Коефіцієнт педотрофності	0,80	1,32	1,22
Коефіцієнт мінералізації-імобілізації азоту	0,31	0,35	0,22
Коефіцієнт оліготрофності	0,03	0,27	0,10

Біогенність чорнозему реградованого була практично однаковою за інтенсивної та органічної системи удобрення і складала відповідно 209 та 206 млн КУО⁽¹⁾/г ґрунту, тоді як за маловитратної – 74,5 млн КУО⁽¹⁾/г ґрунту.

Глибокий аналіз структури мікробіоценозу за антропогенного навантаження дозволяє визначити спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті. За Е. М. Мишустиним [14] коефіцієнт мінералізації-імобілізації розраховують за співвідношенням чисельності мікроорганізмів, що використовують мінеральні форми азоту, до органічних. Даний показник опосередковано свідчить про підсилення мобілізаційних процесів і пов'язаної з ними мінералізації органічної речовини. Оптимальні умови складаються, коли значення показника близьке до одиниці. За коефіцієнтом мінералізації-імобілізації найбільш за всіх варіантів значення маловитратної та інтенсивної технології складала 0,31 та 0,35; за органічної – 0,22 (таблиця 2).

Мікроорганізмам належить основна роль у трансформації азоту в ґрунті. За інтенсивної технології встановлено посилення оліготрофності, що обумовлює конкуренцію за доступний азот між мікроорганізмами й рослинами. Підсумком таких взаємовідносин є втрата органічної речовини.

За коефіцієнтом педотрофності на чорноземах реградованих варіант інтенсивної та органічної систем спри-

яв розвитку автохтонної мікробіоти та збільшував доступність рослинам елементів живлення із загального фонду, а на маловитратній був в 1,2 рази менший ($K_n = 0,80$) порівняно з інтенсивною, що вказує на напруженість у забезпеченості рослин азотом.

Висновки та перспективи досліджень.

У результаті проведених досліджень вивчено зміни показників мікробіологічного стану чорнозему реградованого за різних систем удобрення в умовах Черкаської області. Встановлено особливості, що впливають на процеси гумусоутворення та формування поживного режиму ґрунту за інтенсивної, маловитратної та органічної систем удобрення кукурудзи.

Низький агрохімічний фон несприятливо впливає на процеси гуміфікації у чорноземному ґрунті і зумовлює швидкий розклад мікроорганізмів, що беруть участь у руйнуванні периферичної та ядерної частини гумусових речовин. Також негативні тенденції відмічені за високого антропогенного навантаження на чорноземи за вмістом педотрофних і гуматрозкладаючих організмів.

За інтенсивної технології встановлено посилення оліготрофності, що обумовлює конкуренцію за доступний азот між мікроорганізмами й рослинами. Кількість амоніфікуючих організмів була у 2,03 рази відносно

інтенсивної та у 2,3 – відносно органічної системи, що свідчить про розклад органічних речовин.

В цілому найбільш сприятливі мікробіологічні умови чорнозему реґрадованого відмічено за органічної системи удобрення кукурудзи на зерно.

References

1. Nannipieri, P., Ascher, J., Ceccherini, M. T., Landi, L., Pietramellara, G. and Renella, G. (2003), Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, 54, 655-670. doi:10.1046/j.1351-0754.2003.0556.x.
2. Haiyan Chu, Xiangui Lin, Takeshi Fuji, Sho Morimoto, Kazuyuki Yagi, Junli Hu, Jiabao Zhang (2007). Soil microbial biomass, dehydrogenase activity, bacterial community structure in response to long-term fertilizer management *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 39, Issue 11, November 2007, Pages 2971-2976. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.05.031>.
3. Patyka, M. V., Moskalevs'ka, YU. P. (2014). Biologichna aktivnist' ta mikrobnna transformatsiya orhanichnoyi rehovyny chornozemu tipovoho za riznykh system zemlerobstva [Biological activity and microbial transformation of organic matter of chernozem typical under different agricultural systems]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 2, 68-72. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2014_2_16.
4. Campbell, C. A., Lafond, G. P., Zentner, R. P., Biederbeck, V. O. (1991). Influence of fertilizer and straw baling on soil organic matter in a thin black chernozem in western Canada. *Soil Biology and Biochemistry*, 23, 5, 443-446. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(91\)90007-7](https://doi.org/10.1016/0038-0717(91)90007-7)
5. Lopushnyak, V. I. (2013). Ekologichnyy stan temno-siroho opidzolenoho gruntu za riznykh system udobrennya [Ecological state of dark gray podzolized soil for different fertilizer systems]. *Ahroekologichnyy zhurnal*, 3, 47-52. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_3_10.
6. Symochko, L. YU., Symochko, V. V., Bihariy, I. Y. (2010). Spryamovanist' mikrobiologichnykh protsesiv u gruntі ahrobieheotsenoziv pry zastosuvanni riznykh ahrozakhodiv [Direction of microbiological processes in the soil of agrobiogeocoenoses in the application of various agro-measures]. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University: Series: Biology*. Uzhhorod: "Hoverla", 28, 47–51. Available at: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/7741>
7. Malynovs'ka, I. M., Tkachenko, M. A., Sachok, V. H., Skumina, M. O. (2014). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na mikrobni uhrupovannya siroho lisovoho gruntu. [Influence of agrotechnical measures on microbial groups of gray forest soil]. *Problems of environmental biotechnology*, 1. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2014_1_8
8. Tonha, O., Balaev, A., Pikovska, O. (2017). Formuvannya mikrobnoho kompleksu chornozemu rehradovanoho za riznykh system udobrennya [Formation of microbial complex of chernozem regraded in different fertilizer systems]. *Naukovyy visnyk NUBIP Ukrainy. Seriya: Ahronomiya*, 269, 148-153. Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/9675/8652>
9. Ostapchuk, M. O., Polishchuk, I. S., Mazur, O. V., Palamarchuk, V. D. *Mikrobiologichni osnovy ahrotekhnolohiy* (2016). *Microbiological bases of agrotechnologies*. *Agriculture and forestry*, 3, 32-43.
10. Demydenko, O. V., Boyko, P. I., Litvinov, D. V., Kryvda, YU. I. (2017). Vykorystannya orhanichnykh resursiv dlya vidtvorennya rodyuchosti hruntiv v umovakh Cherkashchyny. [Use of organic resources for reproduction of soil fertility in the conditions of Cherkasy region]. *Zemlerobstvo*, 1, 54-61. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemlerobstvo_2017_1_12

11. Yeshchenko, V. O. (2011). Do metodyky vyznachennya biolohichnoyi aktyvnosti gruntu. [To a method of determining the biological activity of soil]. Zb. nauk. pr. Umans'koho NUS, 77, 21-26. Available at: [:http://journal.udau.edu.ua/assets/files/others/-Zbirnik-UNUS-77.Ch.1.pdf#page=21](http://journal.udau.edu.ua/assets/files/others/-Zbirnik-UNUS-77.Ch.1.pdf#page=21)
12. Zvyagintsev, D. (1976). Biologiya pochv i diagnostika [Soil Biology and Diagnostics]. Problems and Methods of Biological Diagnostics and Indication of Soils. Moscow: Science, 175-189.
13. Kolodyazhnyy, A. YU., Patyka, N. V. (2013). Formirovaniye mikrobnogo kompleksa pochvy v agrotsenoze ozimoy pshenitsy pod. vliyaniyem sistem zemledeliya. [The formation of the microbial complex of the soil in the agrocenosis of winter wheat under. the influence of farming systems]. Materials of the XIII Congress of the Society of Microbiologists of Ukraine. alta, 165.
14. Mishustin, E., Emtsev, V. (1987). Mikrobiologiya: uchebnik [Microbiology: a textbook]. Moscow: Agropromizdat, 368.

O. Tonkha, A. Balaev, O. Pikovska, D. Tarasenko (2019). Microbiological evaluation of the chernozem regraded by different fertilizer systems. PLANT AND SOIL SCIENCE, 10(1): 54–61. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.054>

Abstract. Microorganisms are very important in the formation of soils, ensuring their functioning as biosable bodies of nature and are an indicator of qualitative changes in the soil. As a result of anthropogenic impact, there is a decrease in the number and depletion of the species composition of the microbiota. Changes in the indicators of the microbiological activity of chernozem regraded under the influence of intensive, low-cost and organic fertilizer systems of maize were studied. The determination of the number of different groups of soil microorganisms was carried out by the method by D. G. Zvyagintsev by sowing soil suspension on solid nutrient substratum. It was found that the most favorable indicators of microbiocenoses were on the variant with an organic fertilizer system. Both the low agrochemical variant and the variant of the intensive system adversely influenced the processes of humification in the chernozem according to the content of pedotrophic and humate-decomposing organisms. With intensive technology, oligotrophic enhancement has been established, which causes competition for available nitrogen between microorganisms and plants. The number of amonifying organisms in the low-cost system was 2.03 times more relatively intensive and 2.3 – relative to the organic system, which indicates a tendency for organic substances to decompose.

Keywords: soil microbiological activity, black soil, microorganisms, fertilizer systems, organic matter, organic fertilizer system.

О. Л. Тонха, А. Д. Балаев, Е. В. Піковская, Д. В. Тарасенко (2019). Микробиологическая оценка чернозема реградированного при различных системах удобрения. PLANT AND SOIL SCIENCE, 10(1): 54–61. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.054>

Аннотация. Микроорганизмы играют очень важную роль в формировании почв, обеспечивая их функционирование как биосферных тел природы и являются индикатором качественных изменений почвы. В результате антропогенного воздействия происходит снижение численности и обеднение видового состава микробиоты. Исследованы

изменения показателей микробиологической активности чернозема реградированного под влиянием интенсивной, малозатратной и органической систем удобрения кукурузы. Определение численности различных групп почвенных микроорганизмов проводилось по методике Д. Г. Звягинцева посевом почвенной суспензии на твердые питательные среды. Установлено, что наиболее благоприятные показатели микробиоценоза были на варианте с органической системой удобрения. Как низкий агрохимический фон, так и вариант интенсивной системы, неблагоприятно влияли на процессы гумификации в черноземной почве по содержанию педотрофных и гуматразлагающих организмов. При интенсивной технологии установлено усиление олиготрофности, что обуславливает конкуренцию за доступный азот между микроорганизмами и растениями. Количество амонифицирующих организмов по малозатратной системе было в 2,03 раза больше относительно интенсивной и в 2,3 – относительно органической системы, что свидетельствует о тенденции к разложению органических веществ.

Ключевые слова: микробиологическая активность почвы, чернозем, микроорганизмы, системы удобрения, органическое вещество, органическая система удобрения.