

16. Polishchuk, A.A., Gol'tsov, V.I. (2015). O problemakh KHOS pri obezzarazhivanii vody khlorosoderzhashchimi agentami [About the problems of HOS in disinfecting water with chlorine-containing agents]. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia [Water supply and drainage]*, 6, 8–13. (In Russ.)
17. Slipchenko, V.O., Slipchenko, O.O. (2009). Suchasni metody vydalennia z vody orhanichnykh rehovyn ta rozrobka tekhnolohii doochyshchennia vodoprovodnoi vody do vymoh DerzhSanPiNu «Voda pytna» [Modern methods of removal of organic substances from water and development of the technology of water purification to the requirements of DSanPiN «Drinking water»]. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia [Water supply and drainage]*, 3, 31–37. (In Ukr.)

Autors

Romanchuk Lyudmila Donatovna — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice Rector for Research and Innovative Development, Zhytomyr National Agroecological University (Ukraine, Zhitomir, Old Boulevard, 7; e-mail: ludmilaromanchuk14@gmail.com)

Bashinskaya Irina Leonidovna — Postgraduate, Zhytomyr National Agroecological University (Ukraine, Zhitomir, Old Boulevard, 7; e-mail: bashinskaya77@ukr.net).

УДК 631.51 : 634.467

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЙ НА СПРЯМОВАНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЗОТНИХ СПОЛУК У ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

Л.В. Центило

кандидат сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України
(Україна, м. Київ; e-mail: agrokolos@i.ua)

Досліджено чорноземи типові малогумусні, органічні і мінеральні добрива, способи обробітку ґрунту. Застосовано методи: польовий, лабораторний, статистичний. Встановлено зміни чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, напряму інтенсивності мінералізаційних процесів чорнозему типового за різного обробітку і удобрення ґрунту. Проаналізовано актуальність і важливість дослідження мікробного ценозу ґрунту з метою оцінки ефективності застосування систем основного обробітку і удобрення. Вивчено стан мікробоценозу ґрунту на основі показників чисельності мікроорганізмів, відповідальних за трансформацію азотних сполук та їх співвідношень у чорноземі. Встановлено спрямованість мікробіологічних процесів чорнозему типового глибокого за умов антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище і різних технологій обробітку ґрунту та удобрення. Встановлено, що застосування компосту разом із мінеральними добривами збільшує загальну чисельність мікробного різноманіття ґрунту і створює умови для посилення мобілізаційних процесів порівняно із варіантами, де добрив не вносили. Ця закономірність добре прослідковується на прикладі варіантів, де застосовується полицевий обробіток ґрунту під просапні культури сівозміни.

Ключові слова: чорнозем типовий, мікробоценоз ґрунту, удобрення, обробіток ґрунту, коефіцієнт мінералізації-імобілізації.

Постановка проблеми. Сільське господарство — одна з життєво необхідних галузей народного господарства, що забезпечує населення продуктами харчування. Ґрунт відіграє особливу роль у природі, адже є головним засобом виробництва у сільському господарстві і виконує санітарну функцію у біосфері [4]. У системі «ґрунт – мікроорганізми – рослини» ґрунтова мікрофлора є невід’ємною складовою. Мікроорганізми забезпечують перетворення складних сполук у низькомолекулярні роз-

чинні та газоподібні форми. Завдяки діяльності мікрофлори відбувається мінералізація органічних залишків і безперервне надходження в атмосферу діоксиду вуглецю, що обумовлює фотосинтез рослин. Отже, саме мікроорганізми ґрунту виконують головну функцію у формуванні родючості ґрунту [3].

Мікроорганізми є також і зручним об’єктом спостережень. Вони тісно контактують із середовищем існування, характеризуються високою швидкістю росту і розмноження, що

надає змогу вивчати дію на них екологічних чинників за порівняно короткий термін. Окрім того, реакції чи відповіді мікроорганізмів на дію антропогенних чинників є швидкими і проявляються у різноманітних змінах параметрів життєдіяльності — росту, морфології, накопиченні хімічних елементів, активності метаболізму, стану регуляторних механізмів у клітині.

Українські науковці, зокрема К.І. Андрюк, Г.О. Іутинська та інші [17] у своїх працях виклали теоретичні основи формування структури і функціонування мікробних ценозів ґрунту, а в роботах В.П. Патики [11; 12] досліджено закономірності формування мікробних угруповань в агроценозах і застосування мікробних біопрепаратів [2]. Особливості діяльності мікроорганізмів у різних ґрунтово-екологічних умовах висвітлено в працях Г.О. Іутинської, В.С. Підгорського, В.В. Волкогона [3; 8; 15].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У чорноземах загальна чисельність і видовий склад мікроорганізмів залежать від погодно-кліматичних умов, вирощуваних культур, рівня застосування мінеральних добрив і засобів захисту рослин, агротехнічних заходів. Зміни ступеня впливу цих чинників на ґрунт істотно відображаються на життєдіяльності мікрофлори і продуктах її метаболізму [5; 6; 19; 20].

Інтенсивні агротехнології вирощування сільськогосподарських культур, що базуються на полицевому обробітку із застосуванням високих норм мінеральних добрив і хімічних речовин захисту рослин, істотно змінюють таксономічну структуру мікробних асоціацій і їх функціональну діяльність. Спостерігається підвищення біологічного колообігу речовин і енергії, підвищення загальної біологічної активності ґрунтів, посилення мінералізації органічної речовини з одночасним збереженням рівня гуміфікаційних процесів [18]. Тому, на думку В.Ф. Сайка [16], в сучасних агроценозах спостерігається деградація гумусу і зниження родючості ґрунту. Застосування безполицевих обробітків, зі збереженням стерні і рослинних решток на поверхні ґрунту сумісно із органічними і мінеральними добривами, супроводжується формуванням сприятливих умов для мікробіологічних процесів і, насамперед, гумусонакопичення. За даними А.Д. Балаєва, О.Л. Тонхи [1], за безполицевого обробітку коефіцієнти гуміфікації рослинних решток зростають на 20–30%, а процеси їх мінералізації зупиняються порівняно із полицевим обробітком.

Іншої думки притримується Л.І. Никифорова [10], який вважає, що за безполицевого обробітку знижується мікробіологічна активність в ґрунті, змінюється структуровий склад

мікроорганізмів, зменшується кількість нітрифікаторів і погіршуються умови мінерального живлення рослин.

Відомі в науковій літературі дані є неоднозначними, що свідчить про необхідність поглибленого вивчення ролі вирощування сільськогосподарських культур у регулюванні біодинаміки ґрунту. Мусимо констатувати, що дія технологій вирощування сільськогосподарських культур на мікробне різноманіття ґрунту є доволі неоднозначною, тому щоб уникнути негативних наслідків, слід приділити цьому питанню особливої уваги.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значний обсяг теоретичних і методологічних досліджень, низка питань щодо спрямованості процесів трансформації азотних сполук на чорноземах типових глибоких досі залишаються не всебічно вирішеними.

Метою досліджень була оцінка змін чисельності мікроорганізмів основних екологічних груп, напряму інтенсивності мінералізаційних процесів чорнозему типового за різного обробітку і удобрення ґрунту.

Матеріали та методика дослідження. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» (2011–2017 рр.) Сквирського р-ну Київської обл. у стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі й просторі. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в обробному шарі становить 4,6–4,8% за Тюріним (ДСТУ 4289-2004); легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чиріковим) — по 15,2 мг/100 г ґрунту. Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані — 1,24 г/см³, гідролітична кислотність — 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове — 6,4.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У сівозміні застосовували три рівні удобрення із розрахунку на 1 га сівозмінної площі: мінеральна система — компост 4,5 т + N₈₀P₉₆K₁₀₈; органо-мінеральна — компост 4,5 т + N₄₀P₄₈K₅₄ + 3,5 т побічна продукція і сидеральна маса та органічна — компост 4,5 т + 3,0 т побічна продукція і сидеральна маса. У досліді застосовували добрива, як-от: компост, аміачна селітра, суперфосфат гранульований і хлорид калію.

Іншим досліджуваним чинником була дія на мікроорганізми ґрунту системи основного об-

робітку ґрунту: 1) диференційований обробіток (контроль) — рекомендовано у Лісостепі, що передбачає за ротацію сівозміни п'ять оранок, два поверхневих обробітки під пшеницю озиму після сої і кукурудзи на силос і один чизельний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни дві оранки під буряки цукрові та соняшник, під решту культур — безполицеві обробітки; 3) мілкий безполицевий обробіток під всі культури сівозміни.

Площа ділянок — 240 м², повторення — чотириразове. Ґрунтові зразки відбирали на глибині до 20 см. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методом висіву ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища [9]. На м'ясо-пептонному агарі враховували чисельність бактерій, що засвоюють азот органічних сполук; на крохмале-аміачному агарі — чисельність бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за методиками, описаними В. Волкогоном [7].

Викладення основного матеріалу. Функціонування мікробних комплексів у ґрунті забезпечує безперервні процеси трансформації органічної речовини в наземних екотопах. Вивчення динаміки їх чисельності дає змогу розкрити механізми, що визначають загальні напрями формування трансформації ґрунтової речовини і стан екосистем загалом [14].

Дослідженнями встановлено, що чисельність ґрунтових мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у чорноземі типовому та їх співвідношення змінюється залежно від системи обробітку ґрунту і удобрення (рис. 1).

Упродовж досліджень виявлено, що у варіантах із різними системами обробітку, незалежно від внесених мінеральних добрив, утворюється біологічно різноякісний шар ґрунту, тобто в деяких частинах орного шару мікроорганізми розподіляються нерівномірно. Зафіксовано зниження чисельності всіх груп мікроорганізмів з глибиною профілю ґрунту, що зумовлено зміною теплового, повітряного і поживного режимів, а також збільшенням щільності ґрунту.

Вплив систем основного обробітку ґрунту на мікробіоценоз чорнозему типового проявлялося по-різному. Безполицевий обробіток, порівняно із полицевим, стимулював різкий розвиток ґрунтових мікроорганізмів у верхньому 0–10 см шарі ґрунту, але не мав переваги у глибших шарах.

Так, у варіантах без добрив чисельність мікроорганізмів, що використовують мінеральні форми азоту (КАА), збільшилася на 27%, а на орґано-мінеральному фоні — у 1,6 раза. Аналогічні дані були зафіксовані і щодо бактерій, які використовують азот органічних сполук (МПА). Їх чисельність, залежно від фону удобрення, підвищилася у 1,5 і 1,7 раза відповідно. За мілкого безполицевого обробітку шар ґрунту 0–10 см налічував високу чисельність мікроорганізмів упродовж усього вегетаційного періоду, що обумовлено наявністю рослинних решток, органічних і мінеральних добрив, а також кращими температурними умовами, високою забезпеченістю вологою і хорошим доступом кисню.

Слід наголосити, що за безполицевого обробітку нижня частина орного шару ґрунту

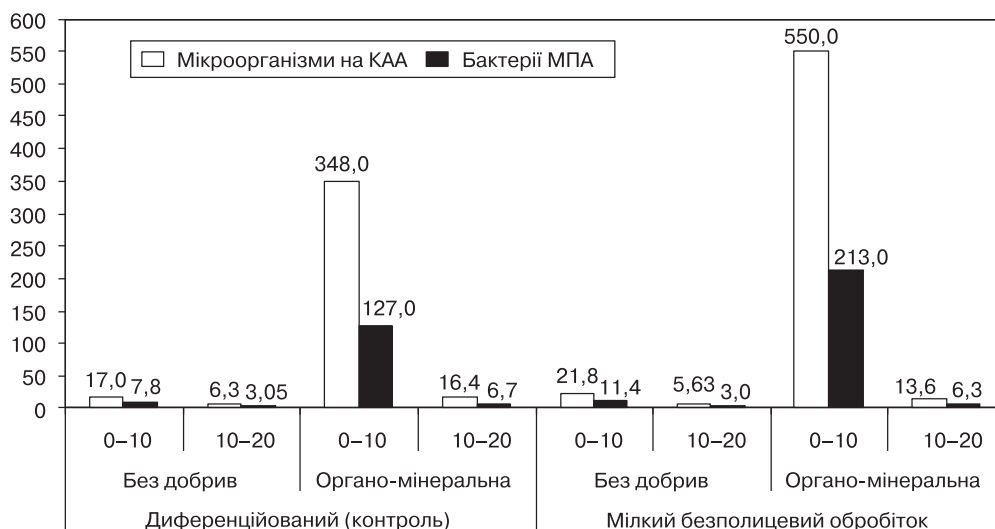


Рис. 1. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп за умови застосування системи обробітку ґрунту і удобрення (2012–2017 рр.), млн КУО/г абсолютно сухого ґрунту

Таблиця 1

Інтенсивність мінералізаційних процесів чорнозему типового глибокого

Обробіток ґрунту	Система удобрення	Шар ґрунту, см	Коефіцієнт мінералізації – іммобілізації азоту
Диференційований (контроль)	Без добрив	0–10	2,18
		10–20	2,04
	Органо-мінеральна	0–10	2,74
		10–20	2,44
Мілкий безполицевий	Без добрив	0–10	1,91
		10–20	1,87
	Органо-мінеральна	0–10	2,57
		10–20	2,15

дещо збіднюється на мікрофлору. Дослідженнями встановлено зниження чисельності мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні сполуки азоту — на 9–24%; бактерій-амоніфікаторів — на 1,5–5,7% порівняно із полицевим обробітком.

Вплив добрив на мікробне угруповання ґрунту виявився значно сильнішим, ніж обробіток ґрунту. Їх дія як за оранки, так і за мілкого обробітку спостерігається у всіх частинах орного шару ґрунту — максимально на глибині 0–10 см. За впливу органо-мінеральних добрив найбільше змінилася чисельність мікроорганізмів, що використовують мінеральні форми азоту (у 1,5–2,2 раза). Щодо бактерій, які використовують азот органічних сполук, то їх чисельність зменшилась.

За внесення компосту разом із мінеральними добривами збільшується чисельність мікробного різноманіття ґрунту і створюються умови для посилення мобілізаційних процесів порівняно із варіантами, без внесення добрив. Така закономірність добре прослідковується на глибині орного шару ґрунту в обох варіантах обробітку.

Дані динаміки чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп та їх співвідношення вказують на спрямованість мікробіологічних процесів у бік деградації або відновлення родючості ґрунту. Оцінювали

мікробіологічні процеси, що відбуваються у чорноземі типовому, за коефіцієнтом мінералізації-іммобілізації азотних сполук (табл. 1), який характеризує їх інтенсивність та спрямованість [17].

Про посилення мобілізаційних процесів у варіантах з удобрення ґрунту можна також судити за співвідношенням чисельності мікроорганізмів, облікованих на КАА і МПА. За нашими даними, у варіантах з внесенням добрив його величина була більшою на 20–26% за полицевого і на 14–35% за мілкого обробітку порівняно із варіантами без добрив. Щодо абсолютних значень коефіцієнтів мінералізації-іммобілізації, то їх величина незалежно від агрохімічного фону була на 3–13% меншою за мілкого обробітку. Мікробіоценоз, сформований у чорноземі типовому у варіанті із диференційованим обробітком, підсилює мінералізацію органічної речовини, а мілкий безполицевий обробіток стримує ці процеси.

Висновки. На чорноземах типових глибоких за внесення компосту разом із мінеральними добривами збільшується загальна чисельність мікробного різноманіття ґрунту і створюються умови для посилення мобілізаційних процесів порівняно із варіантами без удобрення. Ця закономірність добре прослідковується у варіантах, де застосовується полицевий обробіток під праспанні культури сівозміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балаєв А.Д., Тонха О.Л. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства і відтворення родючості ґрунтів // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Вип. 3 (63). 2013. С. 3–13.
2. Білявська Л.Г., Шерстобоева О.В., Білявська Ю.В. Реакція сортів сої до бактеризації насіння за різних погодних умов // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. №4. С. 47–49.
3. Волгогон В.В. Ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы // Мікробіологічний журнал. 2000. 62. № 2. С. 51–68.
4. Дегодюк Е.Г. Еколого-техногенна безпека України. Київ: ЕКМО, 2006. 306 с.

5. Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В., Чайковська В.В., Демідов О.А. Спрямування біологічних процесів у ґрунті за різних систем удобрення пшениці озимої та погодних умов // Збалансоване природокоористування. 2016. № 2. С. 146–151.
6. Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. Функціональна структура мікробних угруповань чорнозему глибокого за впливу гідротермічних і трофічних чинників // Мікробіологічний журнал. 2018. Т. 80, № 6. С. 94–108.
7. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова [та ін.] за наук. редакцією В.В. Волкогона]. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.
8. Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України // Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 149–155.
9. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 284 с.
10. Никифоренко Л.И. Распределение гумуса в пахотном слое эродированного чернозема в зависимости от способов обработки // Земледелие. К.: Урожай, 1982. Вып. 55. С. 76–81.
11. Пати́ка В.П., Гнатюк Т.Г., Буцела Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробстві // Землеробство, 2015. № 2. С. 12–20.
12. Пати́ка В.Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине // Наук. Зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2014, № 3. (60). С. 10–15.
13. Пати́ка М.В. Мікробіологічні основи підвищення родючості підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів: автореф. дис. д. с.-г. наук: 03.00.07 / М.В. Пати́ка; Уман. держ. аграр. ун-т. — Умань, 2009. 36 с.
14. Пати́ка Н.В., Круглов Ю.В., Мазиров М.А. Изучение биоразнообразия микробного комплекса дерново-подзолистой почвы в условиях длительного сельскохозяйственного использования // Міжвідомчий темат. Наук. Зб. «Охороні ґрунтів — державну підтримку»: спецви́пуск до VIII з'їзду УТГА. Кн. 3. Житомир, 2010. С. 329–331.
15. Підгорський В.С., Іутинська Г.О., Пирог Т.П. Інтенсифікація технологій мікробного синтезу: монографія. К.: Наук. думка, 2010. 328 с.
16. Сайко В.Ф. Землеробство в сучасних умовах // Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 5–10.
17. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андреюк, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук, О.В. Валагурова, В.Є. Козирицька. К. : Обереги, 2001. 239 с.
18. Шерстобоева О.В., Дем'янюк О.С., Чабанюк Я.В. Біодіагностика і біобезпека ґрунтів агроєкосистем // Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 142–149.
19. Demyanyuk O.S., Sherstoboeva O.V., Bunas A.A., Dmitrenko O.V. Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine // Biosystems diversity. 2018. Vol. 26 (4). P. 309–315.
20. Demyanyuk O.S., Palyuka V.P., Sherstoboeva O.V., Bunas A.A. Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors // Biosystems diversity. 2018. Vol. 26 (2). P. 103–110.

Інформація про автора

Центило Леонід Васильович — кандидат сільськогосподарських наук, в.о. доцента кафедри землеробства та гербології, Національний університет біоресурсів і природокоористування України (Україна, 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15; e-mail: agrokolos@i.ua).

L.V. Tsentilo

Ph.D. in Agriculture Sciences

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

(Ukraine, Kyiv; e-mail: agrokolos@i.ua)

INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGY ELEMENTS ON TRANSFORMATION OF NITROGEN COMPOUNDS IN TYPICAL CHERNOZEMMAS

Chernozem typical non-humic, organic and mineral fertilizers, methods of cultivating soil. Field, laboratory, statistical. To study the changes in the number of microorganisms of the main ecological and trophic groups, the intensity of the mineralization processes of black soil typical for different cultivation and fertilization of the soil. The relevance and importance of the study of microbial cenosis of the soil in order to evaluate the efficiency of application of systems of basic cultivation and fertilization has been analyzed. The state of microbiocenosis of the soil is studied on the basis of the number of microorganisms responsible for the transformation of nitrogen compounds and their correlations in chernozem soils. The orientation of microbiological processes of typical black soil is established in the conditions of anthropogenic loading on the environment and different technologies of soil cultivation and fertilization. The use of compost in combination with mineral fertilizers increases the total microbial population of the soil and creates conditions for increasing the mobilization processes, compared with the ones where fertilizers were not introduced. This pattern is well observed in the variants where the field cultivation of the soil is applied under crop rotation crops.

Keywords: chernozem typical, microbiocenosis of the soil, fertilization, soil cultivation.

REFERENCES

- Balaiev, A. & Tonkha, O. (2013). Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv [Soil-protecting biological system of agriculture and reproduction of soil fertility]. *Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management*, 3 (63), 3–13. (In Ukr.)
- Biliavska, L., Sherstoboieva, O. & Biliavska, Yu. (2010). Reaktsiia sortiv soi do bakteryzatsii nasinnia za riznykh pohodnykh umov [Reaction of soybean varieties to bacterialization of seeds under different weather conditions]. *Newsletter of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 47–49. (In Ukr.)
- Volkohon, V. (2000). Assotsyaktivnye azotfyksyruishchye mykroorhanyzmi [Associative Nitrogen Fixing Microorganisms]. *Microbiological Journal*. 62 (2), 51–68. (In Ukr.)
- Dehodiuk, E. (2006). Ekoloho-tekhnohenna bezpeka Ukrainy [Ecological and technogenic safety of Ukraine]. Kyiv: ECMO, 306. (In Ukr.)
- Demianiuk, O., Sherstoboieva, O., Chaikovska, V. & Demidov, O. (2016). Spriamuvannia biolohichnykh protsesiv u grunti za riznykh system udobrennia pshenytsi ozymoi ta pohodnykh umov [Direction of biological processes in the soil under different wheat systems of winter and weather conditions]. *Balanced natural resources*, 2, 146–151. (In Ukr.)
- Demianiuk, O., Sherstoboieva, O. & Tkach, Ye. (2018). Funktsionalna struktura mikrobynykh uhrupovan chornozemu hlybokoho za vplyvu hidrotermichnykh i trofichnykh chynnykiv [Functional structure of microbial groups of black earth deep due to hydrothermal and trophic factors]. *Microbiological journal*. 80 (6), 94–108. (In Ukr.)
- Volkohon, V., Nadkernychna, O., Tokmakova, L. [et al.]. (2010). Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia [Experimental Soil Microbiology]. Kyiv: Agrarian Science, 464. (In Ukr.)
- Iutynska, H. (2017). Mikrobnii biotekhnolohii dlia realizatsii novoi hlobalnoi prohramy zabezpechennia staloho rozvytku ahrosfery Ukrainy [Microbial biotechnology for implementation of the new global program for the sustainable development of the agrosphere of Ukraine]. *Agroecological journal*, 2, 149–155. (In Ukr.)
- Iutynska, H. (2006). Hrunтова mikrobiolohiia [Soil microbiology]. Kyiv: Ariste, 284. (In Ukr.)
- Nykyforenko, L. (1982). Raspredelenye humusa v pakhotnom sloe erodirovannoho chernozema v zavysymosti ot sposobov obrabotky [Distribution of humus in the arable layer of eroded chernozem depending on the methods of cultivation]. *Agriculture*, 55, 76–81. (In Ukr.)
- Patyka, V., Hnatiuk, T., Butsela, N. & Kyrylenko, L. (2015). Biolohichniy azot u systemi zemlerobstvi [Biological nitrogen in the system of agriculture] *Agriculture*, 2, 12–20. (In Ukr.)
- Patyka, V. (2014). Byolohycheskyi azot y novaia stratehiya proyzvodstva produktsyy rastenyevodstva v Ukrayne [Biological nitrogen and a new strategy for the production of crop production in Ukraine]. *Science. Zap Ternopil nats ped un-th Sir Biol*, 3. (60), 10–15. (In Ukr.)
- Patyka, M. (2009). Mikrobiolohichni osnovy pidvyshchennia rodiuchosti pidzolystykh i dernovo-pidzolystykh hruntiv: avtoref. dys. D. s.-h. nauk: 03.00.07 / M.V. Patyka; Uman. derzh. ahrar. un-t. [Microbiological bases of fertility increase of podzolic and sod-podzolic soils: author's abstract. dis... D. s.-g. Sciences: 03.00.07 / M.V. Jack; Uman state agrar un — Uman], 36. (In Ukr.)
- Patyka, N., Kruhlov, Yu. & Mazyrov, M. (2010). Yzuchenye byoraznoobrazyya mykrobnogo kompleksa dernovo-podzolystoi pochvi v uslovyiakh dlytelnoho selskokhoziaistvennoho yspolzovanyia [Investigation of biodiversity of the microbial complex of soddy podzolic soils in conditions of long agricultural use]. *Interdepartmental topic. Science Zb «Soil Protection — State Support»: Special Issue for the VIII Congress of the UTGA*. 329–331. (In Ukr.)
- Pidhorskyyi, V., Iutynska, H. & Pyroh, T. (2010). Intensyfikatsiia tekhnolohii mikrobnogo syntezy: monohrafiia [Intensification of Technologies of Microbial Synthesis. Kyiv: Science. opinion, 328 (In Ukr.)
- Saiko, V. (2002). Zemlerobstvo v suchasnykh umovakh [Agriculture in modern conditions]. *Bulletin of agrarian science*, 5, 5–10. (In Ukr.)
- Andreiuk, K., Iutynska, H., Antypchuk, A., Valahurova, O. & Kozyrytska, V. Ye. (2001). Funktsionuvannia mikrobynykh tsenoziv hruntu v umovakh antropohennoho navantazhennia [Operation of microbial soil coenoses in the conditions of anthropogenic loading], Kyiv: Oberiha, 239. (In Ukr.)
- Sherstoboieva, O., Demianiuk, O., Chabaniuk, Ya. (2017). Biodiagnostyka i biobezpeka hruntiv ahroekosystem [Biodiagnostics and biosecurity of soils of agroecosystems]. *Agroecological journal*, 2, 142–149. (In Ukr.)
- Demyanyuk, O., Sherstoboieva, O., Bunas, A. & Dmitrenko, O. (2018). Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity*, 26 (4), 309–315.
- Demyanyuk, O., Patyka, V., Sherstoboieva, O. & Bunas, A. (2018). Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. *Biosystems diversity*, 26(2), 103–110.

Author

Tsentilo Leonid Vasylovych — Ph.D. in Agriculture Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Herbiology, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine, 03041, Kyiv, 15 Heroyiv Oborony St., e-mail: agrokolos@i.ua).