

9. Довідник по сіножатах і пасовищах / А.В. Боговін [та ін.]; за ред. А.В. Боговіна. — К.: Урожай, 1990. — 208 с.
10. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева [и др.]. — К.: Наук. думка, 1987. — 548 с.
11. Определитель основных растений кормовых угодий Украинской ССР / [Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Т.Л. Андриенко, А.Н. Краснова, С.С. Морозюк]; под ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. — К.: Урожай, 1980. — 212 с.
12. *Остапко В.М.* Сосудистые растения юго-востока Украины / В.М. Остапко, А.В. Бойко, С.Л. Мосякин. — Донецк: Ноулидж, 2010. — 247 с.
13. *Mosyakin S.L.* Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kyiv: Phitosociocenter, 1999. — 345 p.
14. *Takhtajan A.* Flowering Plants. Second Edition / A. Takhtajan. — Springer. — Verlag, 2009. — 872 p.
15. Зоотехнический анализ кормов: [2-е изд., доп. и перераб.] / [Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова] — М.: Агропромиздат, 1989. — 239 с.

УДК 631.46 : 631.5 : 633.63

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ТА МІКРОБНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Ю.П. Москалевська
аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

М.В. Патика

доктор сільськогосподарських наук, професор

завідувач відділу сільськогосподарської мікробіології і фізіології рослин

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Наведено результати досліджень біологічної активності ґрунту та чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних груп, які беруть участь у трансформації органічної речовини в чорноземі типовому за різних систем землеробства та способів основного обробітку ґрунту при вирощуванні буряків цукрових.

Ключові слова: *мікроорганізми, ферментативна активність, емісія CO₂, гумус, системи землеробства, цукрові буряки, чорнозем типовий.*

Ґрунти є одним з найцінніших багатств України, якій належить близько 28 % світових площ чорноземів [1]. Органічна речовина ґрунту є основним компонентом, який забезпечує родючість і екологічну стійкість біосфери. У формуванні ґрунтової родючості провідна роль належить мікроорганізмам, які утворюють гумусові сполуки та визначають агрономічно цінні властивості ґрунтів [2].

Обмін речовин і потоків енергії при розкладі та синтезі органічних сполук, гумусоутворенні, трофічних ланцюгів перетворення біогенних елементів у системах рослин і мікроорганізмів відбувається за умови сигналіну при безпосередній участі ферментів, які внаслідок складних біохімічних реакцій продукують мікробні комплекси ґрунту, що визначають функціональний стан усього біому та метабеному

мікроорганізмів ґрунту [3]. Крім того, мікробний синтез та включення в біологічні трофічні системи вуглецьвмісних органічних речовин у ґрунті як довготривалий і енергоємний деструкційний процес є одним із наймасштабніших у педосфері і має важливе значення в кругообігу вуглецю, особливо в процесі його функціональної дифузії в системі педосфера — атмосфера у вигляді CO₂ як сировини для фотосинтезу. Тому значення складу фізіологічних та функціональних груп мікробіоти, які трансформують органічну речовину ґрунту завдяки ферментативній активності, емісії CO₂ та формують потужний гумусовий горизонт, дає повне уявлення та розкриває механізми функціонування біологічної складової ґрунту і дає змогу оцінити та спрогнозувати загальний напрям ґрунтоутворення і стан екосистем в цілому [4].

Мета досліджень — визначити та дослідити зміну чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних груп, що беруть участь у трансформації органічної речовини ґрунту, інтенсивності «дихання» чорнозему типового, активності ферментів та вмісту гумусу за різних систем землеробства та способів основного обробітку.

Дослідження орного кореневмісного горизонту (0–25 см) чорнозему типового проводили у фазу сходів буряків цукрових (*Beta vulgaris*) на базі стаціонарного польового досліді кафебри землеробства та гербології Агрономічної дослідної станції НУБіП України в зоні Лісостепу в зерно-буряковій 10-пільній сівозміні.

Схемою досліді передбачено вивчення двох факторів: 1) системи землеробства (СЗ); 2) способів обробітку ґрунту (ОГ):

1) промислова СЗ (застосування на 1 га сівозмінної площі $N_{92}P_{100}K_{108}$ мінеральних добрив, 12 т гною, інтенсивне застосування хімічних засобів захисту рослин); екологічна СЗ (застосування на 1 га сівозмінної площі $N_{46}P_{49}K_{55}$ мінеральних добрив, 24 т органічних добрив, застосування хімічних і біологічних заходів захисту рослин за критерієм еколого-економічного порогу наявності шкідливих мікроорганізмів); біологічна СЗ (внесення на 1 га сівозмінної площі 24 т органіки, використання біологічних засобів захисту рослин);

2) поверхневий ОГ (проведення обробітку дисковими знаряддями на глибину 8–10 см під усі культури сівозміни); диференційований

ОГ (проведення за ротацію сівозміни 6 разів різноглибинної оранки, 2 рази поверхневого обробітку під пшеницю озиму після гороху і кукурудзи на силос та 1 раз — плоскорізного обробітку під ячмінь) [5].

Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп визначали згідно із загальноприйнятими методиками мікробіологічного аналізу ґрунту [6], інтенсивність емісії CO_2 — методом субстрат-індукованого дихання [7], активність фенолоксидаз — за методом А.Ш. Галстяна в модифікації А.І. Чундеревої [8], вміст гумусу — за методом Тюріна в модифікації Сімакова [9]. Статистичне оброблення результатів досліджень проводили в Ms Excel.

Функціонування мікробних комплексів у ґрунті забезпечує безперервні процеси трансформації органічної речовини в наземних екотопах. Тому вивчення динаміки їхньої чисельності дає змогу розкрити механізми, які визначають загальні напрями формування трансформації ґрунтової речовини, і стан екосистем у цілому [10]. Дослідженнями встановлено, що співвідношення та чисельність різних фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації органічної речовини чорнозему, змінюється залежно від способу обробітку та систем землеробства (рис. 1). Так, чисельність мікроорганізмів, які в своєму метаболізмі використовують органічні сполуки азоту, становила 4,31–10,49 млн КУО/1 г а.с.г. Найбільшу кількість амоніфікуючої мікробіо-

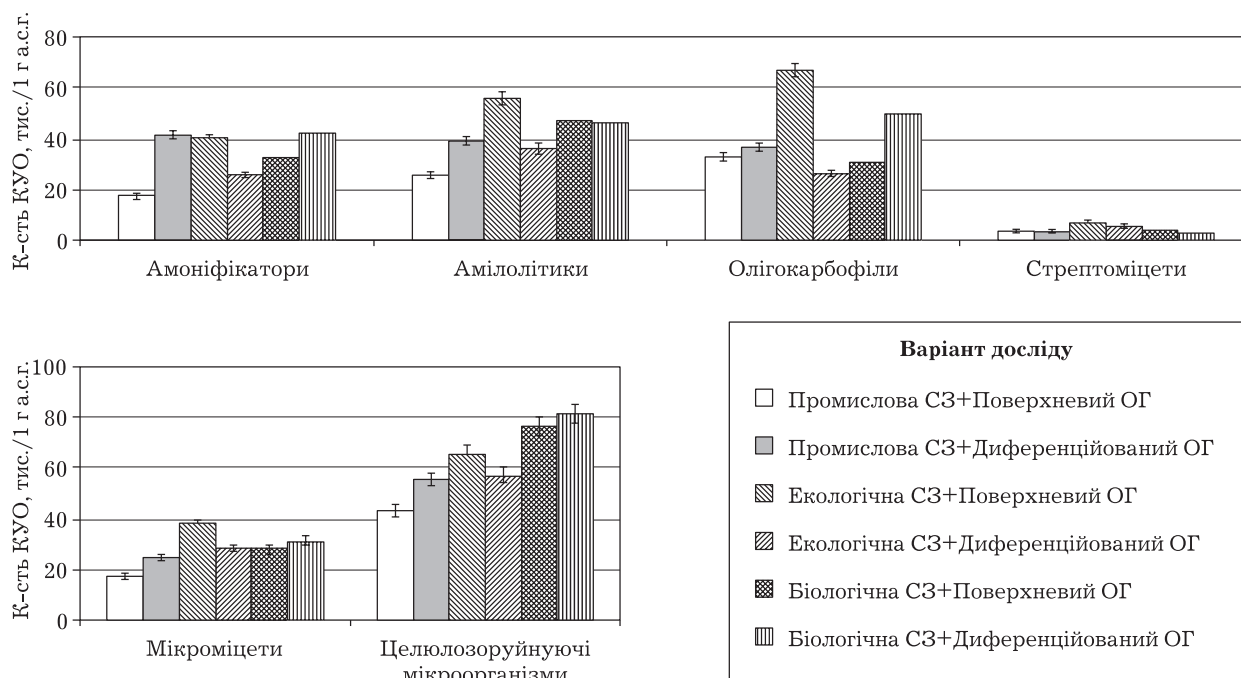


Рис. 1. Чисельність мікроорганізмів, що трансформують органічну речовину ґрунту за різних агрозаходів

ти було виявлено за промислової та біологічної СЗ на фоні диференційованого ОГ (10,25 і 10,49 млн КУО), що свідчить про активізацію мікрофлори в ґрунті за умов наявності поживного субстрату у вигляді органічної речовини; найменша кількість мікроорганізмів була у варіанті досліді промислова СЗ + поверхневий ОГ (4,31 млн).

Чисельність фізіологічної групи ґрунтових мікроорганізмів, які є деструкторами вуглецевмісних сполук органічної речовини та іммобілізують неорганічні форми азоту, була дещо вищою — 6,34–13,86 млн КУО/1 г. а.с.г., що свідчить про переважання процесів трансформації аміачних (мінеральних) форм азоту над органічними. У варіанті досліді промислова СЗ + диференційований ОГ процеси іммобілізації органічної речовини переважали її мінералізацію. Встановлено, що існує тісний кореляційний зв'язок між чисельністю мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних і органічних сполук ($r = 0,78$).

Кількісний склад мікроорганізмів олігокарбофільної групи, які розвиваються в умовах незначного вмісту доступних вуглецевмісних сполук у ґрунтового розчині, змінювався. Так, найвищим він був у варіанті досліді екологічна СЗ + поверхневий ОГ (16,56 млн), найнижчим — за екологічної СЗ в поєднанні з диференційованим ОГ (6,43 млн КУО/1 г. а.с.г.), що пов'язано зі зміною окисно-відновної ферментативної активності.

Основним компонентом ґрунтової органічної речовини, рослинних решток і добрив, які надходять у ґрунт, є целюлоза, мікробна трансформація якої є однією з основних ланок у трофічних ланцюгах. Чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів варіювала в межах 43,5–81,3 тис. КУО/1 г. а.с.г. В целюлозолітичних процесах важливу роль відіграють актиноміцети і мікроміцети, які є сапротрофами і здатні до засвоєння найрізноманітніших органічних і мінеральних сполук. Так, кількість стрептоміцетів становила 0,73–1,64 млн, мікроміцетів — 17,08–38,13 тис. КУО/1 г. а.с.г., що пов'язано з надходженням органічної речовини. Установлено тісний прямий зв'язок між чисельністю целюлозолітичних та амілолітичних ($r = 0,76$) і амоніфікуючих ($r = 0,66$) мікроорганізмів, чисельність мікроміцетів корелювала з чисельністю всіх досліджуваних груп мікроорганізмів ($r = 0,66–0,94$), що свідчить про зв'язок між різними таксономічними та фізіологічними групами, пов'язаними між собою складними трофічними ланцюгами.

При застосуванні поверхневого ОГ чисельність стрептоміцетів, амілолітичної та

олігокарботрофної мікробіоти була вищою на 5–17 %, ніж за диференційованого ОГ, при цьому амоніфікуючих, целюлозоруйнуючих мікроорганізмів і мікроміцетів було більше на 1–18 % за диференційованого ОГ. Оцінюючи чисельність амоніфікуючих, амілолітичних та целюлозоруйнуючих мікроорганізмів, було встановлено, що їхня чисельність зростала із зменшенням кількості мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. Так, найбільша кількість мікрофлори виявлена за біологічної СЗ, а екологічної знижувалась на 1–15, промислової СЗ — на 27–45 %. Чисельність мікроміцетів, стрептоміцетів та олігокарботрофів найбільшою була за екологічної СЗ, при застосуванні біологічної СЗ їхня кількість зменшувалась на 12–82, промислової — на 59–80 %. Тобто за екологічної СЗ створюються сприятливіші умови для функціонування даних фізіологічних і таксономічних груп мікроорганізмів за рахунок надходження в ґрунт оптимальної кількості легкодоступних форм органічної речовини.

Інтегральним показником біологічної активності ґрунту є кількість емісії вуглекислого газу, яка свідчить про інтенсивність «дихання» ґрунту та мікробіологічні процеси трансформації органічної речовини [11]. Інтенсивність мікробного дихання ґрунту варіювала в межах 35,76–45,98 мг С-СО₂/кг на добу (рис. 2). При цьому найвища інтенсивність емісії СО₂ була виявлена при застосуванні промислової СЗ, найнижча — екологічної (на 16 %), що пов'язано з особливостями метаболізму мікробіоти ґрунту. Застосування поверхневого ОГ сприяло підвищенню інтенсивності мікробного дихання на 9 % порівняно з диференційованим ОГ.

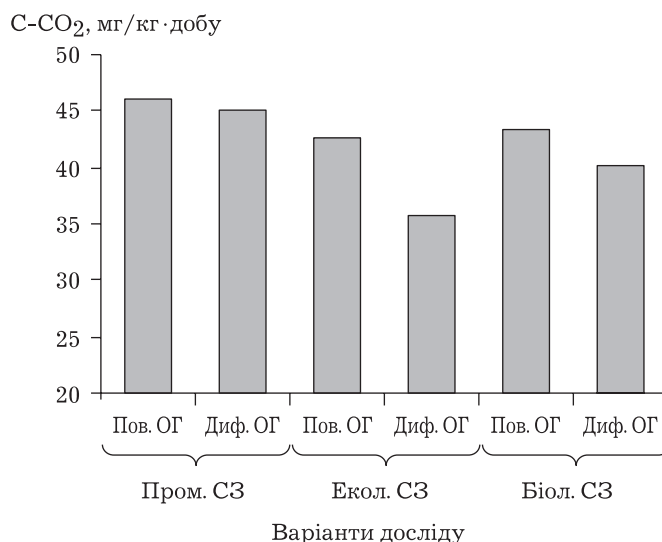


Рис. 2. Інтенсивність емісії CO₂ ґрунту при вирощуванні буряка цукрового за різних агрозаходів

При вивченні ґрунтової родючості особлива увага приділяється дослідженню мікробних окисно-відновних реакцій, які визначають процеси розкладу та синтезу органічних сполук та беруть участь у гуміфікації [13]. Встановлено, що чорнозем типовий характеризується високою ферментативною активністю. Так, поліфенолоксидазна активність ґрунтової мікробіоти була на 30–49 % вища за активність пероксидази (рис. 3). При застосуванні поверхневого ОГ активність фенолоксидаз в орному горизонті була на 4–12 % вищою, ніж за диференційованого. Найбільша активність поліфенолоксидази виявлена при застосуванні біологічної СЗ, пероксидази — за екологічної СЗ, що свідчить про процеси синтезу гумусу за цих агрозаходів; найменша активність обох ферментів була виявлена за промислової СЗ. Виявлений тісний кореляційний прямий зв'язок між пероксидазною активністю ґрунту та чисельністю мікроміцетів, стрептоміцетів та амілолітичних мікроорганізмів ($r = 0,73-0,85$), тобто зі збільшенням чисельності мікроорганізмів підвищується активність пероксидази та інтенсивність процесів трансформації органічної речовини ґрунту.

На основі показників фенолоксидазної активності чорнозему типового було визначено коефіцієнт накопичення гумусу, який свідчить про біохімічний синтез і накопичення гумусових сполук у ґрунті (табл. 1). Величини цього показника були вищі за одиницю; це вказувало на те, що процеси синтезу переважають над процесами мінералізації гумусу [10]. Інтенсивніше синтез гумінових кислот, а також

трансформація органічної речовини в чорноземі типовому проходили за поверхневого ОГ (на 8 %), ніж за диференційованого, біологічної і промислової СЗ (на 4 %) порівняно з екологічною СЗ. Існує тісний зв'язок між активністю окисно-відновних ферментів, накопиченням гумусу та емісією CO_2 ($r = 0,76$), що свідчить про залежність гумусоутворення від метаболічних процесів життєдіяльності мікрофлори.

Інтегральним показником родючості ґрунтів є забезпеченість їх гумусом, особлива роль якого пояснюється багатостороннім впливом на всі агрономічно цінні властивості ґрунту, з яких практично всі перебувають у прямій залежності від вмісту органічної речовини, 90 % якої припадає на частку гумусу [10]. Результати досліджень показують, що різні системи землеробства та способи основного обробітку ґрунту безпосередньо впливають на запаси гумусу, кількість якого була високою (оптимальні умови вирощування буряка цукрового створюються з вмістом гумусу $> 3,5$ %) і варіювала в межах 4,69–4,9 % (див. табл. 1). Так, найвищий його вміст виявлено за промислової СЗ (4,81–4,9 %), за екологічної і біологічної СЗ він нижчий в 1,03 і 1,02 раза відповідно, тобто із оптимізацією норм внесення добрив зростає забезпечення ґрунту поживними елементами, і, відповідно, оптимізується його родючість, що проявляється у підвищенні гумусової забезпеченості ґрунтів. При застосуванні поверхневого ОГ вміст гумусу був в 1,02 раза вищий, ніж при диференційованому ОГ, що пов'язано з накопиченням поживних речовин у верхньому шарі ґрунту. Було виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок

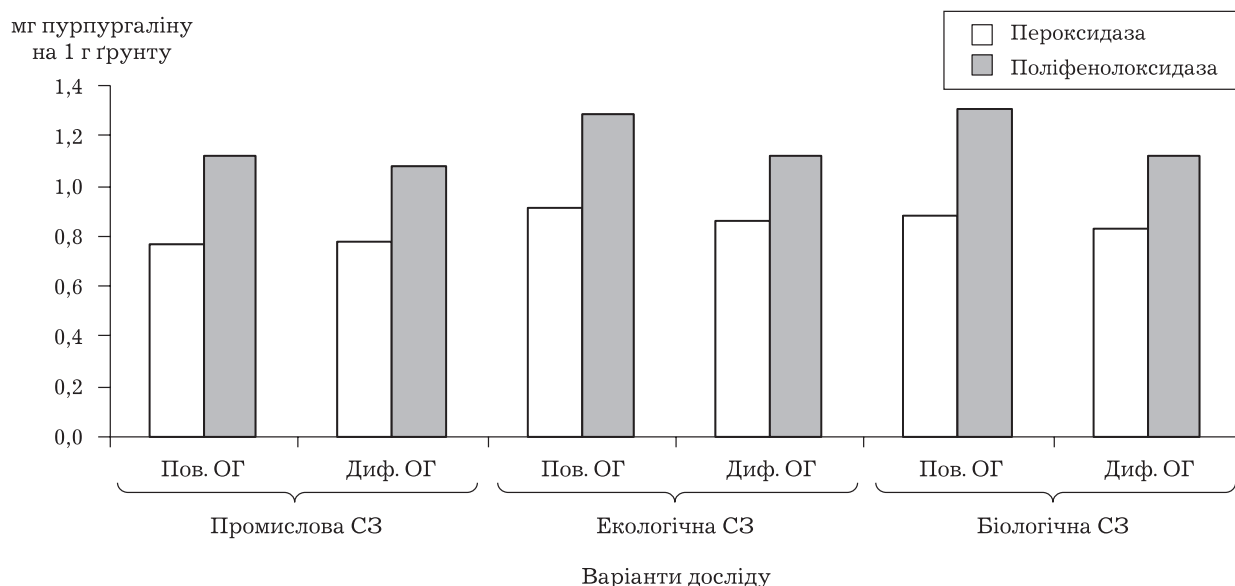


Рис. 3. Активність пероксидази і поліфенолоксидази в ґрунті за різних систем землеробства і способів обробітку ґрунту

Біохімічний коефіцієнт накопичення та вміст гумусу в ґрунті за різних агрозаходів

Показник	Варіанти дослідів					
	Промислова СЗ		Екологічна СЗ		Біологічна СЗ	
	Пов. ОП	Диф. ОП	Пов. ОП	Диф. ОП	Пов. ОП	Диф. ОП
Коефіцієнт накопичення гумусу	1,45	1,38	1,42	1,3	1,49	1,35
Вміст гумусу, %	4,9	4,81	4,74	4,69	4,83	4,69

між вмістом гумусу і коефіцієнтом його накопичення ($r = 0,8$), емісією CO_2 ($r = 0,85$) та обернений — з активністю пероксидази ($r = -0,51$) та чисельністю мікроміцетів ($r = -0,73$). Це свідчить про те, що інтенсивність накопичення гумусу, а відповідно і його запаси більші будуть у тих варіантах дослідів, де інтенсивність «дихання» ґрунту вища, а пероксидазна активність за рахунок біомаси та чисельності мікроміцетів (вони становлять основну частку трофічних ланцюгів ґрунтової мікробіоти) нижча.

ВИСНОВКИ

Чисельність та ферментативна активність мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації органічної речовини ґрунту, підвищувалась при застосуванні екологічної та біологічної СЗ на 28–31 % і 10–14 % відповідно за рахунок надходження в ґрунт легкодоступних органічних сполук, що є каталізаторами мікробіологічної активності. Інтенсивність біологічної емісії CO_2 та вміст гумусу в ґрунті підвищувалися за промислової СЗ, що може бути пов'язано з особливостями метаболізму ґрунтових мікроорганізмів та впливом стресових чинників (агрохімікатів) у системі ґрунт — мікроорганізми — рослина. Застосування поверхневого ОГ сприяє підвищенню біогенності чорнозему типового на 2 %, активності пероксидази — на 4, поліфенолоксидази — на 12, емісії CO_2 — на 9 % та вмісту гумусу в 1,02 рази в ґрунті порівняно з диференційованим ОГ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дегодюк Е.Г. Еколого-техногенна безпека України / Е.Г. Дегодюк, С.Е. Дегодюк. — К.: ЕКМО, 2006. — 306 с.
2. Патица М.В. Мікробіологічні основи підвищення родючості підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів: автореф. дис. ... д. с.-г. наук: 03.00.07 / М.В. Патица; Уман. держ. аграр. ун-т. — Умань, 2009. — 36 с.
3. Аюпов З.З. Органическое вещество и ферментативная активность чернозема выщелоченного в зависимости от приемов основной обработки и удобрения / З.З. Аюпов, Л.В. Сидорова, Н.С. Анохина и др. // Вестник Башкир. гос. аграр. ун-та. — 2010. — № 2. — С. 11–15.
4. Титова В.И. Методы оценки функционирования микробного сообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч.-метод. пособие / А.В. Титова, А.В. Козлов. — Нижний Новгород: Нижегородская с.-х. академия, 2012. — 64 с.
5. Танчик С.П. Екологічна система землеробства в Лісостепу України: Методичні рекомендації для впровадження у виробництво / С.П. Танчик, О.А. Демідов, Ю.П. Манько. — К.: НУБІП України, 2011. — 39 с.
6. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. — М.: Дрофа, 2004. — 256 с.
7. West A.W. Modifications to the substrate-induced respiration method to permit measurement of microbial biomass in soils of differing water contents / A.W. West, G.P. Sparling // Journal of Microbial Methods. — 1986. — № 5. — P. 177–189.
8. Минеев В.Г. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями (Методика проведения опытов и анализ почв) / В.Г. Минеев; под общ. ред. В.Д. Ванникова. — М., 1975. — Ч. 1. — 151 с.
9. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній [та ін.]. — К.: Арістей, 2007. — 624 с.
10. Патыка Н.В. Изучение биоразнообразия микробного комплекса дерново-подзолистой почвы в условиях длительного сельскохозяйственного использования / Н.В. Патыка, Ю.В. Круглов, М.А. Мазиров // Міжвідомчий темат. наук. зб. «Охороні ґрунтів — державну підтримку». Спецвипуск до VIII з'їзду УТГА. — Кн. 3. — Житомир, 2010. — С. 329–331.
11. Трємбїцька О.І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткочасній сівозміні / О.І. Трємбїцька // Вісник ЖНАЕУ. — 2011. — № 1. С. 441–449.
12. Гулько А.Е. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность / А.Е. Гулько, Ф.Х. Хазиев // Почвоведение, 1992. — № 11. — С. 55–67.
13. Русакова Н.В. Активность и свойства пероксидазы и полифенолоксидазы в дерново-подзолистых почвах под лесными биоценозами / Н.В. Русакова // Почвоведение. — 1995. — № 11. — С. 1363–1368.