

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНІ УГРУПОВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

С. В. Рєзнік

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
п/в «Докучаєвське-2», Харківський р-н, Харківська обл., 62483, Україна; e-mail: serhey021@gmail.com

Мета. Визначити вплив різних систем землеробства на показники чисельності представників еколого-трофічних груп мікроорганізмів чорноземів типових. **Методи.** Порівняльно-профільно-генетичний, мікробіологічні, статистичні. **Результати.** Найбільшою мікробіологічною активністю характеризується верхній 0–10-сантиметровий шар ґрунту (з глибиною чисельність мікроорганізмів зменшується, і лише у посушливі періоди можливе переважання показників мікробіологічної активності у 10–20-сантиметровому шарі). Найбільших трансформацій зазнає мікробоценоз в умовах інтенсивної системи землеробства за перемішування її обороту пласту. Це виражається у значному зменшенні мікробіологічної активності у 0–10-сантиметровому шарі і навпаки, збільшенні показників у шарах 10–20 і 20–30 см. Агрогенні ґрунти мають вищі показники загальної мікробіологічної активності проти перелогової ділянки. Найбільший позитивний вплив на біогенність зафіксовано у варіантах органічної системи землеробства, особливо за умови застосування сидератів. Наведено дані щодо напрямів розвитку ґрунтово-біологічних процесів досліджуваних варіантів шляхом аналізу коефіцієнтів оліготрофності, мінералізації-імобілізації й мобілізації азотного фонду. Математичний аналіз даних засвідчив суттєвий вплив глибини відбору зразків на чисельність усіх досліджуваних мікроорганізмів, тоді як система землеробства достовірно впливала на чисельність мікроскопічних грибів, актиноміцетів і амілолітичної мікробіоти. **Висновки.** Агрогенне використання чорноземів зменшує чисельність мікроскопічних грибів. У варіантах органічного землеробства зафіксовано значне збільшення чисельності актиноміцетів і амілолітичної мікробіоти. За інтенсивної системи землеробства спостерігається зменшення чисельності представників усіх досліджених еколого-трофічних груп мікроорганізмів. І навпаки, варіанти органічної системи землеробства, особливо за використання сидерату, мають вищу чисельність більшості функціональних груп мікроорганізмів. Ґрунти, що обробляються, характеризуються вищим коефіцієнтом мінералізації й імобілізації проти перелугу.

Ключові слова: чорнозем типовий, органічне землеробство, ґрунтові мікроорганізми, біогенність.

Вступ. Передумовою формування стійкого ценозу в ґрунтах різних типів є багатовікова еволюція педосфери в мінливих умовах навколишнього середовища. Проте використовуючи ґрунт як засіб виробництва, людина суттєво змінює процес ґрунтоутворення, змінюється й набір елементарних ґрунтових процесів, зокрема й біологічних, що

впливає на всі властивості ґрунту, зокрема й на родючість [1–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Господарська діяльність людини стає причиною дедалі більшого втручання в природні процеси ґрунтоутворення, що призводить до значних змін у функціонуванні ґрунтової біоти [8–14]. Значні зміни відзначено у

верхніх генетичних горизонтах ґрунтів, що є біодіагностичними маркерами напрямів ґрунтоутворних процесів, зокрема за умов різного сільськогосподарського виробництва. Проте Л. М. Полянська та ін. відзначають відносну рівномірність розподілу біомаси ґрунтових мікроорганізмів за профілем основних зональних типів ґрунтів [15]. Водночас І. М. Малиновська, навпаки, наголошує на наявності істотної різниці в чисельності різних функціональних груп мікроорганізмів у генетичних горизонтах сірого лісового ґрунту залежно від способу використання ґрунту [16].

У зв'язку з цим набувають особливого значення дослідження закономірностей змін показників інтенсивності та спрямованості ґрунтово-біологічних процесів за впливу сільськогосподарського виробництва.

Мета досліджень. Визначити вплив різних систем землеробства на показники чисельності представників еколого-трофічних груп мікроорганізмів чорноземів типових глибоких середньосуглинкових на лесі.

Об'єкти та методи досліджень. Для досліджень обрано чорноземи типові глибокі середньосуглинкові на лесах, розміщені на території Зіньківського району Полтавської області. За агроґрунтовим районуванням ґрунти розташовано в Шишацько-Решетилівському агроґрунтовому підрайоні Полтавського агроґрунтового району північно-західної підпровінції Лісостепу Лівобережного високого, Середньоруської височини. Ґрунти розташовано на плато вододілу між річками Псел та Ворскла, територія широкохвиляста рівнинна, густо пронизана яружно-балковими системами. Досліджували чорноземи типові в господарствах, що працюють за двома

кардинально різними системами землеробства, зокрема ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області, де поєднують органічне землеробства з безполицевим обробітком, та ТОВ «Бурат-Агро» Зіньківського району Полтавської області, де використовують традиційні інтенсивні технології, а саме: систему різноглибинного обробітку ґрунту із застосуванням мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. Для досліджень обрано такі варіанти (табл. 1, 2): органічна система землеробства із застосуванням сидерату (ОСЗ сидерат); органічна система землеробства за внесення компосту з гною ВРХ (ОСЗ компост), інтенсивна система землеробства (ІСЗ). Дані порівнювали з показниками, отриманими на переліжній ділянці, що не оброблялася понад 30 років.

Відбір індивідуальних зразків ґрунту здійснювали в першій декаді травня, серпня і листопада протягом 2018–2020 рр. Відбір проводили з глибин 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см, підготовку та зберігання зразків ґрунту для дослідження аеробної мікробіоти в лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO 10381-6-2001. Чисельність мікроорганізмів визначали методом глибинного посіву ґрунтової суспензії на щільні живильні середовища. Чисельність представників різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів урахувували шляхом висіву розведень ґрунтової суспензії на такі елективні живильні середовища: м'ясо-пептонний агар (МПА), крохмало-аміачний агар (КАА), пептонно-глюкозний агар Ваксмана (ПГА), голодний агар (ГА), середовище Ешбі (ЕШ), нітритний агар (НА). Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за допомогою показника загальної біологічної

Таблиця 1. Сівозміна й системи удобрення в період досліджень

Варіанти	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Інтенсивна система землеробства	кукурудза на зерно (N ₁₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	соняшник (N ₃₅ P ₁₅ K ₃₀)	кукурудза (N ₁₃₀ P ₃₀ K ₃₀)
Органічна система землеробства (компост)	кукурудза на зерно (20 т/га компосту із гною ВРХ)	овес	соя
Органічна система землеробства (сидерат)	вика яра на сидерат	озима пшениця (сидерат, 15 т/га зеленої маси)	зимуючий горох (пересів: кукурудза на силос)
Переліг	різнотрав'я		

Таблиця 2. Урожайність і біомаса сільськогосподарських культур у період досліджень (біомаса розрахована за Г. Я. Чесняком, 1987)

Роки	Варіанти	Культури	Урожайність, т/га	Поверхні рештки, т/га	Кореневі рештки, т/га	Всього (біомаса), т/га
2018	Інтенсивна система землеробства (мін. добрива)	кукурудза на зерно	8,37	18,34	76,67	95,01
	Органічна система землеробства (компост)	кукурудза на зерно	6,27	14,14	59,24	73,38
	Органічна система землеробства (сидерат)	вика яра	15,00	37,50	32,05	69,55
	Переліг	різнотрав'я	10,72	10,72	66,90	77,62
2019	Інтенсивна система землеробства (мін. добрива)	соляшник	3,82	18,86	49,21	68,07
	Органічна система землеробства (компост)	овес	4,00	22,40	25,20	47,60
	Органічна система землеробства (сидерат)	озима пшениця	5,03	29,60	45,71	75,31
	Переліг	різнотрав'я	12,64	12,64	76,50	89,14
2020	Інтенсивна система землеробства (мін. добрива)	кукурудза	9,77	21,14	88,29	109,43
	Органічна система землеробства (компост)	соя	1,20	5,94	13,22	19,16
	Органічна система землеробства (сидерат)	зимуючий горох (пересів кукурудза на силос)	28,00	47,92	125,20	173,12
	Переліг	різнотрав'я	13,20	13,20	79,30	92,50

активності (біогенність = $КАА + МПА + ЕШ + ГА$), коефіцієнтів мінералізації й іммобілізації азоту ($K_{\text{мін.}} = КАА / МПА$), оліготрофності ($K_{\text{оліг.}} = МПА / ГА$) і мобілізації азотного фонду ($K_{\text{МАФ}} = (МПА + КАА) / (ЕШ + ГА)$) [17–19].

Математичний аналіз отриманих даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel й Statgraphics 18.1 trial.

Результати та їх обговорення. Аналізуючи отримані дані (табл. 3), треба відзначити, що в агроценозах спостерігається значне зменшення чисельності мікроскопічних грибів (ПГА), особливо у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту. Внесення органічних добрив також призводить до зменшення кількості мікроміцетів. Найменшу чисельність цих мікроорганізмів зафіксовано у варіанті ОСЗ із застосуванням сидерату, де показники змінювалися від 2,75 тис. КУО/г сухого ґрунту (с. г.) до 0,86 тис. КУО/г с. г. у шарі 30–40 см. Найбільшою чисельністю мікроскопічних грибів характеризується чорнозем під перелогом — від 5,39 до 0,91 тис. КУО/г с. г.

Найвищі показники чисельності актиноміцетів (КАА акт.) відзначено за внесення органічних добрив. Також варто зауважити, що використання сидератів сприяє значному підвищенню чисельності актиноміцетів, де значення з глибиною зменшувалися від 25,43 до 4,32 тис. КУО/г с. г., навіть якщо порівняти із внесенням компосту (від 21,52 до 5,28 тис. КУО/г с. г.). Найменша кількість актиноміцетів притаманна варіантам ІСЗ (від 14,02 до 5,73 тис. КУО/г с. г.) і перелогу (від 16,06 до 3,63 тис. КУО/г с. г.).

Найбільшу чисельність амоніфікувальної мікробіоти (МПА) зафіксовано у варіанті ОСЗ сидерат, де чисельність у 0–10-сантиметровому шарі становила 2,69 млн КУО/г с. г. і зменшувалася до 0,53 млн КУО/г с. г. у шарі 30–40 см. Дещо менші значення спостерігали у варіантах перелогу (від 2,63 до 0,46 млн КУО/г с. г.) і ОСЗ компост (від 2,48 до 0,62 млн КУО/г с. г.), а найменші — у варіанті ІСЗ (від 2,54 до 0,79 млн КУО/г с. г.). За глибинами найбільші значення отримано в шарах 0–10 і 10–20 см, що є наслідком впливу відразу декількох чинників, а саме: достатньої аерації й наявності значної кількості коренів та кореневих виділень. Виняток становить варіант ІСЗ, де чисельність

амоніфікаторів значно вища у шарі 10–20 см через швидке пересихання поверхні ґрунту. Також однією з особливостей цього варіанту є суттєве підвищення чисельності гетеротрофів у шарах 20–30 і 30–40 см, що пов'язано з перемішуванням і оборотом пласту під час оранки.

Агрогенні ґрунти характеризуються значно вищими показниками чисельності амілолітичної мікробіоти (КАА), де значення коливалися в межах від 2,84 до 0,42 млн КУО / г с. г. проти перелогу (від 1,78 до 0,30 млн КУО / г с. г.). Особливістю ґрунтів, що обробляються, є збільшення чисельності мікроорганізмів, які асимілюють мінеральні форми азоту у шарі 10–20 см. Внесення органічних добрив, особливо застосування сидерату, сприяє зростанню чисельності амілолітичної мікробіоти.

Застосування органічних добрив (компосту, й особливо сидерату) сприяє збільшенню чисельності олігонітрофілів (ЕШ) у верхніх шарах ґрунту 0–10 і 10–20 см. Варіант ІСЗ і переліг мають майже однакові значення кількості олігонітрофілів у 0–10-сантиметровому шарі (1,70 і 1,72 млн КУО/г с. г.). Проте у варіанті ІСЗ спостерігається значне їх підвищення в решті досліджуваних шарів ґрунту.

Найбільшу чисельність оліготрофної мікробіоти зафіксовано у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту варіанта ОСЗ сидерат (4,55 млн КУО/г с. г.), а найменшу — у варіанті ІСЗ (3,50 млн КУО/г с. г.). У досліджуваних ґрунтах чисельність олігокарбофілів (ГА) у шарі 10–20 см практично така ж, як і у поверхневому 0–10-сантиметровому шарі. Лише у варіанті ІСЗ відзначено зниження чисельності олігокарбофільної мікробіоти у поверхневому шарі ґрунту.

Щодо чисельності автохтонної мікробіоти (НА) у досліджуваних ґрунтах, варто відзначити відсутність достовірної різниці між варіантами. Проте характерною ознакою варіанта ІСЗ проти інших варіантів є зменшення чисельності автохтонної мікробіоти у 0–10-сантиметровому шарі (0,50 млн КУО/г с. г.) за одночасного збільшення їх чисельності у шарах 20–30 і 30–40 см до значень 0,41 і 0,26 млн КУО/г с. г.

Порівнюючи показник біогенності агрогенних ґрунтів із перелогом, треба відзначити підвищення показника загальної мікробіо-

Таблиця 3. Середня за роки досліджень (2018–2020 рр.) чисельність представників еколого-трофічних груп мікроорганізмів у чорноземних типовах

Варіанти	Глибина, см	ПГА	КАА акт.	КАА	МПА	ЕШ	ГА	НА	Біогенність
Інтенсивна система землеробства	0–10	3,20а*	14,02а	1,55а	2,06а	1,69а	3,50а	0,50а	8,81а
	10–20	2,55b	12,61b	1,60а	2,55а	1,55а	4,49а	0,50а	10,23а
	20–30	1,46с	6,05с	0,92b	1,17b	1,11b	0,72b	0,41а	3,91b
	30–40	1,13с	5,73с	0,49b	0,79b	0,75b	0,43b	0,26b	2,46b
Органічна система землеробства (компост)	0–10	3,06а	21,52а	2,08а	2,45а	2,06а	4,19а	0,58а	10,79а
	10–20	2,13b	16,47b	1,72b	2,48а	1,92а	4,11а	0,50а	10,22а
	20–30	1,09с	7,13с	0,73с	0,92b	1,07b	0,52b	0,25b	2,99b
	30–40	0,63с	5,27с	0,44с	0,62b	0,73b	0,37b	0,20b	1,96b
Органічна система землеробства (сидерат)	0–10	2,14а	25,43а	2,84а	2,62а	1,25а	4,99а	0,69а	13,36а
	10–20	2,55а	19,00b	1,06b	2,69а	1,11а	4,55а	0,44b	10,52b
	20–30	1,08b	10,09с	0,72с	0,63b	1,42b	1,01b	0,26с	3,24с
	30–40	0,86b	4,32d	0,42d	0,52b	1,07а	0,37b	0,20с	2,21с
Переліг	0–10	5,39а	16,06а	1,78а	2,45а	2,06а	4,26а	0,58а	10,21а
	10–20	2,97b	11,25b	1,86а	2,63а	1,92а	4,68а	0,45b	9,61а
	20–30	1,76с	6,05с	0,63b	0,64b	0,83b	0,61b	0,23с	2,61b
	30–40	0,90с	5,48с	0,30с	0,45b	0,54с	0,47b	0,19с	1,70b
Стандартна похибка		0,348	2,152	0,208	0,364	0,311	1,164	0,007	1,726

Примітка: *Літери в стовпцях — різні літери одних і тих самих даних стовпців представляють суттєві відмінності між різними шарами ґрунту одного і того варіанту ($p < 0,05$).

логічної активності в усіх досліджуваних горизонтах у варіанті ОСЗ компост (від 10,79 до 1,96 млн КУО/г с. г.). Застосування сидерату вики ярої (ОСЗ сидерат) стало причиною значного підвищення цього показника, особливо в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту — 13,36 млн КУО/г с. г. і зменшення до 2,22 млн КУО/г с. г. у шарі 30–40 см. Особливістю варіанта ІСЗ є різке зменшення чисельності мікроорганізмів у 0–10-сантиметровому шарі (8,81 млн КУО/г с. г.) за одночасного зростання їх кількості у 20–30-сантиметровому шарі ґрунту (3,91 млн КУО/г с. г.). Це є наслідком особливостей системи обробітку ґрунту, а саме періодичного проведення полицевої оранки, під час якої відбувається оборот пласту й заорювання пожнивних решток на глибину до 30 см.

Аналізуючи отримані дані (табл. 4), відзначаємо значні коливання коефіцієнта мінералізації й іммобілізації за досліджуваними шарами й варіантами. Загалом найменші значення зафіксовано на переліжній ділянці (0,65–1,02), а найбільші — у варіанті ОСЗ сидерат (1,07–1,42).

Характерною ознакою варіанту ІСЗ проти перелогу є зменшення коефіцієнта мінералізації й іммобілізації у 0–10-сантиметровому шарі й одночасне його збільшення у

шарах 10–20, 20–30 і 30–40 см.

Найменший коефіцієнт оліготрофності зафіксовано у шарі 0–10 см у варіанті ІСЗ ($K_{\text{оліг.}} = 1,53$), решта варіантів мають значення від 1,17 до 1,25. З глибиною показники змінюються, й проти перелогу варіант ОСЗ сидерат має більші значення коефіцієнту, що свідчить про зменшення кількості доступних для живлення рослин поживних елементів у глибших шарах. І навпаки, у варіантах ІСЗ і ОСЗ компост, у шарах 20–30 і 30–40 см, спостерігається зниження показників цього коефіцієнта.

Отримані дані свідчать про майже однакові показники коефіцієнта мобілізації азотного фонду в 0–10-сантиметровому шарі ґрунту усіх досліджуваних ґрунтів (1,53–1,62). Але під впливом заорювання пожнивних решток і внесення азотних добрив у варіанті ІСЗ спостерігається підвищення коефіцієнта у шарах 10–20, 20–30 і 30–40 см. Іншими словами, за цих умов склалися оптимальні умови для росту чисельності амілолітичної й денітрифікувальної мікробіоти, що вплинуло на значення коефіцієнта.

У середньому 0–40-сантиметровому шарі ґрунту найбільшим коефіцієнтом мобілізації азотного фонду характеризується варіант ІСЗ ($K_{\text{МЛФ}} = 1,86$), що є цілком при-

Таблиця 4. *Спрямованість біологічних процесів у чорноземах типових*

Варіанти	Глибина, см	К оліготрофності	К мобілізації азотного фонду	К мінералізації й іммобілізації
Інтенсивна система землеробства	0–10	1,53	1,61	1,04
	10–20	0,99	2,01	0,95
	20–30	0,733	1,97	1,03
	30–40	0,61	1,82	1,17
Органічна система землеробства (компост)	0–10	1,17	1,56	1,09
	10–20	0,95	1,68	0,99
	20–30	0,63	1,77	1,04
	30–40	0,57	1,77	0,96
Органічна система землеробства (сидерат)	0–10	1,21	1,53	1,25
	10–20	1,20	1,70	1,11
	20–30	1,17	1,73	1,42
	30–40	0,95	1,66	1,07
Переліг	0–10	1,25	1,60	0,87
	10–20	0,93	1,64	0,65
	20–30	0,92	1,94	1,02
	30–40	0,78	1,62	0,83

родним для ґрунтів, де вноситься велика кількість азотних мінеральних добрив. Решта варіантів мали значення на рівні 1,65–1,70.

Згідно з даними табл. 5 фактор глибини має суттєвий вплив на чисельність усіх мікроорганізмів, а система землеробства достовірно впливає на кількість мікроскопічних грибів, актиноміцетів й амілолітичної мікробіоти. Також існує достовірна залежність коефіцієнта мінералізації й іммобілізації від системи землеробства, а коефіцієнта оліготрофності — від глибини відбору зразків по ґрунтовому профілю. Виходячи з показника F, вплив глибини відбору зразків на чисельність мікроорганізмів значно вищий, ніж системи землеробства.

Висновки. Агрогенне використання чорноземів зменшує чисельність мікроскопічних грибів. За інтенсивної системи землеробства спостерігається зниження кількості представників усіх еколого-трофічних груп мікроорганізмів у 0–10-сантиметровому шарі за одночасного зростання у шарі 20–30 см. Варіанти органічної системи землеробства, особливо з використанням сидерату, мають вищу чисельність актиноміцетів, амілолітичної й олігонітрофільної мікробіоти. Ґрунти, що обробляються, характеризуються вищим коефіцієнтом мінералізації й іммобілізації проти перелогу.

Найбільшою мікробіологічною активніс-

тю характеризується верхній (0–10 см) шар ґрунту (лише у посушливі періоди можливе переважання показників мікробіологічної активності у шарі 10–20 см).

Найбільших трансформацій зазнає мікробіоценоз в умовах інтенсивної системи землеробства за багаторазового та інтенсивного обробітку ґрунту й обороту пласту. Це виражається у значному зменшенні мікробіологічної активності у шарі 0–10 см і навпаки, збільшенні показників у шарах 10–20 і 20–30 см.

ЦИТОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. Київ, 2010.

2. FAO. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes — GSOC-MRV Protocol. 2020. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0509en>

3. FAO, ITPS, GSBI, CBD and EC. 2020. State of knowledge of soil biodiversity. Status, challenges and potentialities, Report 2020. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1928en>

4. Тихоненко Д. Г. Елементарні ґрунтові процеси (ЕГП) агрогенних дерново-підзолистих і чорноземних ґрунтів Лісостепу і Полісся України. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. 2017. № 1. С. 5–11.

5. Медведев В. В. Структура почви (методи, генезис, класифікація, еволюція, географія,

Таблиця 5. Результати дисперсійного аналізу щодо впливу системи землеробства й глибини відбору зразків ґрунту на чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів

Еколого-трофічні групи	Фактори впливу					
	глибина		система землеробства		взаємодія	
	F*	P*	F	P	F	P
ПГА	48,71	0,000	7,84	0,000	2,24	0,002
КАА акт.	39,04	0,000	6,01	0,000	1,21	0,28
КАА	52,56	0,000	4,31	0,000	2,09	0,003
МПА	32,06	0,000	0,05	0,98	0,36	0,95
ЕШ	19,19	0,000	1,13	0,33	1,16	0,32
ГА	13,80	0,000	0,19	0,90	0,06	1,00
НА	21,41	0,000	0,39	0,761	0,79	0,63
Біогенність	27,79	0,000	0,41	0,74	0,33	0,97
К _{оліг.}	4,24	0,000	1,14	0,33	0,41	0,929
К _{мін.}	3,85	0,11	9,58	0,000	0,79	0,63
К _{МАФ}	1,26	0,278	0,78	0,51	0,19	0,99

*Примітка: F — критерій Фішера; P — критерій Стюдента.

мониторинг, охрана). Харків : 13 типографія, 2008. 406 с.

6. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів Лівобережного Лісостепу і Степу України. Харків : Майдан, 2011. 358 с.

7. Brussaard L., De Ruiter P. C., Brown G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture Ecosys. Environ.* 2007. Vol. 121. P. 233–244.

8. Jacoby R., Peukert M., Succurro A., Koprivova A., Kopriva S. The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition — Current Knowledge and Future Directions. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8:1617. P. 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617>

9. Emmett B. D., Lévesque-Tremblay V., Harrison M. J. Conserved and reproducible bacterial communities associate with extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *ISME J.* 2021. Vol. 15. P. 2276–2288. <https://doi.org/10.1038/s41396-021-00920-2>

10. Barea J.-M., Pozo M. J., Azcón R., Azcón-Aguilar C. Microbial co-operation in the rhizosphere, *Journal of Experimental Botany.* Vol. 56, Iss. 417. 2005. P. 1761–1778. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri197>

11. Демиденко О. В. Кореляційні зв'язки фізіологічних груп мікроорганізмів з показниками родючості чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки.* 2021. № 4 (817). С. 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03>

12. Bulyhin S., Tonkha O. Biological evaluation of the rationality of soil usage in agriculture. *Agricultural Science and Practice.* 2018. Vol. 5(1). P. 23–29. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.01.023>

13. Новосад К. Б., Гавва Д. В., Фісунов М. М. Біогенність чорноземів звичайних Українського степового природного заповідника (відділення «Хомутовський степ»). *Вісник Харківського наці-*

онального аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2009. № 3. С. 110–114.

14. Резнік С. В. Зміни еколого-трофічних угруповань мікроорганізмів чорноземів типових за різних систем землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів».* 2019. № 1. С. 69–74.

15. Полянская Л. М., Гейдебрехт В. В., Степанов А. Л., Звягинцев Д. Г. Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилям зональных типов почв. *Почвоведение,* 1995. № 3. С. 322–328.

16. Малиновська І. М. Просторова структура бактеріальних ценозів сірого лісового ґрунту за різних умов використання. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2017. Вип. 25. С. 36–42. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.25.36-42>

17. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Томакова Л. М., Мельничук Т. М., Чайковська Л. О. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Київ : Аграрна наука, 2010. 464 с.

18. Щуковський М. А., Величко Л. Л., Новосад К. Б., Казюта О. М., Васильєва Л. І. Мікробіологія ґрунтів. Посібник до лабораторно-практичних занять; за ред. Д. Г. Тихоненка. Харків : ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2002. 136 с.

19. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробсообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: научно-методическое пособие. Нижний Новгород, 2012. 64 с.

20. Чесняк Г. Я., Бацула О. О., Дерев'яноко Р. Г. Параметри гумусного стану ґрунтів. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті. Київ : Урожай, 1987. 127 с.

Отримано 28.04.2021

INFLUENCE OF DIFFERENT SYSTEMS OF CROP FARMING ON ECOLOGICAL AND TROPHIC GROUPINGS OF MICROORGANISMS OF TYPICAL CHORNOZEM IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

S. V. Rieznik

Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev, Kharkiv
e-mail: serhey021@gmail.com

Objective. To establish the influence of different crop farming systems on the parameters of the number of representatives of ecological and trophic groups of microorganisms in typical chernozem. **Methods.** Comparative-profile-genetic, microbiological, statistical. **Results.** The upper 0–10-centimetre layer of soil (the number of microorganisms decreases with depth and the predominance of microbiological activity in the 10–20-centimetre layer is possible only in dry periods) is characterised by the highest microbiological activity. The microbiocenosis undergoes the greatest transformations in the conditions of intensive system of crop farming upon mixing and turn of a layer. This is expressed in a significant decrease in microbiological activity in the 0–10-centimetre layer and vice versa — an increase in the layers of 10–20 and 20–30 cm. Agrogenic soils have higher parameters of total microbiological activity compared to the fallow area. The most positive influence on biogenesis was reported in the variants of the organic system of crop farming, especially with the use of green manures. The data on the directions of development of soil biological processes of the studied variants by the analysis of oligotrophic coefficients, mineralization-immobilization and mobilization of nitrogen stock are provided. Mathematical analysis of the data showed a significant influence of the depth of sampling on the number of all studied microorganisms, while the crop farming system significantly affected the number of microscopic fungi, actinomycetes and amylolytic microbiota. **Conclusion.** Agrogenic use of chernozems reduces the number of microscopic fungi. In the variants of organic crop farming, a significant increase in the number of actinomycetes and amylolytic microbiota was reported. Under the intensive system of crop farming, there is a decreased number of representatives of all studied ecological and trophic groups of microorganisms. And vice versa, variants of the organic crop farming system, especially under the use of green manure, have a higher number of most functional groups of microorganisms. Cultivated soils are characterized by a higher coefficient of mineralization and immobilization compared to fallow.

Key words: typical chernozem, organic crop farming, soil microorganisms, biogenesis.

REFERENCES

1. Natsional'na dopovid' pro stan rodyuchosti gruntiv Ukrayiny [National report on the state of soil fertility in Ukraine]. (2010) Kyiv [in Ukrainian].
2. FAO. (2020). A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes — GSOC-MRV Protocol. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0509en>
3. FAO, ITPS, GSBI, CBD and EC. (2020). State of knowledge of soil biodiversity. Status, challenges and potentialities, Report 2020. Rome. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1928en>
4. Tykhonenko, D. G. (2017). Elementarni gruntovi protsesy (EGP) ahrohennykh dernovo-pidzolystrykh i chornozemnykh gruntiv Lisostepu i Polissya Ukrayiny [Elementary soil processes (ESP) of agrogenic sod-podzolic and chernozem soils of the Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. *Visnyk KHNAU im. V. V. Dokuchayeva. Ser. «Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv» — Bulletin of KhNAU named after V. V. Dokuchaev. Ser. "Soil science, agrochemistry, agriculture, forestry, soil ecology", 1, 5–11* [in Ukrainian].
5. Medvedev, V. V. (2008). Struktura pochvy (metody, genezis, klassifikatsiya, evolyutsiya, geografiya, monitoring, okhrana) [Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection)]. Kharkov: 13 printing house [in Russian].
6. Dehtyar'ov, V. V. (2011). Humus chornozemiv livoberezhnoho Lisostepu i Stepu Ukrayiny [Humus of chernozems of the left-bank Forest-

Steppe and Steppe of Ukraine]. Kharkiv: Maydan [in Ukrainian].

7. Brussaard, L., De Ruyter, P. C., & Brown, G. G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture Ecosys. Environ*, 121, 233–244.

8. Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A. and Kopriva, S. (2017) The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition — Current Knowledge and Future Directions. *Front. Plant Sci.* 8:1617. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617>

9. Emmett, B. D., Lévesque-Tremblay, V. & Harrison, M. J. (2021). Conserved and reproducible bacterial communities associate with extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *ISME J.* <https://doi.org/10.1038/s41396-021-00920-2>

10. José-Miguel Barea, María José Pozo, Rosario Azcón, Concepción Azcón-Aguilar, (2005). Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56(417), 1761–1778. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri197>

11. Demydenko, O. V. (2021). Korelyatsiyni zv'yazky fiziologichnykh hrup mikroorhanizmiv z pokaznykamy rodyuchosti chornozemu opidzolenoho za riznykh system udobrennya [Correlation relations of physiological groups of microorganisms with fertility indicators of podzolic chernozem under different fertilizer systems]. *Visnyk ahrarnoyi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 4 (817), 20–27 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03>

12. Bulyhin, S., & Tonkha, O. (2018). Biological evaluation of the rationality of soil usage in agriculture. *Agricultural Science and Practice*, 5(1), 23–29. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.01.023>

13. Novosad, K. B., Havva, D. V., & Fisunov, M. M. (2009). Biohennist' chornozemiv zvychnykh Ukrayins'koho stepovoho pryrodnoho zapovidnyka (viddilennya “Khomutovs'ky step”) [Biogenicity of common chernozems of the Ukrainian steppe nature reserve (branch “Khomutovsky steppe”)]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchayeva. Seriya “Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv” — Bulletin of VV Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University. Series “Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology”*, 3, 110–114 [in Ukrainian].

14. Rieznik, S. V. (2019). Zminy ekolocho-trofichnykh uhrupuvan' mikroorhanizmiv chornozemiv typovykh za riznykh system zemlerobstva [Changes

of ecological-trophic groups of microorganisms of chernozems typical for various farming systems] *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchayeva. Seriya “Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv” — Bulletin of V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University. Series “Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology”*, 1, 69–74 [in Ukrainian].

15. Polyanskaya, L. M., Geydebrekht, V. V., Stepanov, A. L., & Zvyagintsev, D. G. (1995). Raspredeleniye chislennosti i biomassy mikroorganizmov po profilyam zonal'nykh tipov pochv [Distribution of the number and biomass of microorganisms by profiles of zonal soil types]. *Pochvovedeniye — Soil Science*, 3, 322–328 [in Russian].

16. Malynovs'ka, I. M. (2017). Prostorova struktura bakterial'nykh tsenoziv siroho lisovoho gruntu za riznykh umov vykorystannya [Spatial structure of bacterial coenoses of gray forest soil under different conditions of use]. *Sil's'kohospodars'ka mikrobiolohiya — Agricultural microbiology*, 25, 36–42 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.25.36-42>

17. Volkohon, V. V. (ed.), Nadkernychna, O. V., Tokmakova, L. M., Mel'nychuk, T. M., & Chaykovs'ka, L. O. (2010). Eksperymental'na hruntova mikrobiolohiya: monohrafiya [Experimental soil microbiology: monograph]. Kiev: Agrarian Science [in Ukrainian].

18. Shchukovs'ky, M. A., Velychko, L. L., Novosad, K. B., Kazyuta, O. M., Vasyl'yeva, L. I., & Tykhonenko, D. G. (ed.). (2002). Mikrobiolohiya gruntiv. Posibnyk do laboratorno-praktychnykh zanyat' [Soil microbiology. Manual for laboratory and practical classes]. Kharkiv: KHNAU [in Ukrainian].

19. Titova, V. I., Kozlov, A. V. (2012). Metody otsenki funktsionirovaniya mikrobootsenoza pochvy, uchastvuyushchego v transformatsii organicheskogo veshchestva: nauchno-metodicheskoye posobiye [Methods for assessing the functioning of soil microbocenosis involved in the transformation of organic matter: Scientific and methodological manual]. Nizhny Novgorod [in Russian].

20. Chesnyak, H. Ya., Batsula, O. O., Derev'yanko, R. H. (1987). Parametry humusnoho stanu gruntiv. Zabezpechennya bezdefitsytnoho balansu humusu v gruntiv [Parameters of humus condition of soils. Ensuring a deficit-free balance of humus in the soil]. Kyiv: Harvest [in Russian].

Received 28.04.2021