

УДК 579.64. 631.86/87

© 2021

**КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ
ФІЗІОЛОГІЧНИХ ГРУП
МІКРООРГАНІЗМІВ
З ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ
ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ**

О.В. Демиденко

доктор сільськогосподарських наук

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Докучаєва, 13, с. Холоднянське Смілянського р-ну Черкаської обл., 20731, Україна

e-mail: smilachiarp@ukr.net

Надійшла 12.03.2021

Мета. Розробити порівняльну кореляційну модель взаємозв'язків еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів з агрофізичними, фізико-хімічними показниками, гумусним станом, продуктивністю чорнозему опідзоленого та визначити енергетичну ефективність застосування інтенсивної, маловитратної та органічної систем удобрення з використанням побічної продукції сільськогосподарських культур як органічних добрив у 5-пільній зернопросапній сівозміні для умов Центрального Правобережного Лісостепу. **Методи.** Польовий і лабораторний експерименти, статистично-аналітичний метод. **Результати.** З урахуванням того, що за інтенсивної системи удобрення відбувається пересушування шару чорнозему опідзоленого 0–20 см, а за органічної системи рівень зволоженості зростає, можна стверджувати, що найкращі умови для збереження органічної речовини гумусу створюються за органічної системи удобрення. За органічної та маловитратної систем удобрення відбувається процес насичення ґрунтового комплексу Ca^{2+} за рахунок зменшення хімічного навантаження на чорнозем. Це призводить до зниження рівня обмінної кислотності та посилення біогенності через зростання чисельності та активності амоніфікувальних, амілолітичних, педотрофних, оліготрофних мікроорганізмів і зниження активності гуматорозкладаючих груп мікроорганізмів, що забезпечує відтворення гумусу в агроценозі короткоротаційної сівозміни. **Висновки.** За інтенсивної системи удобрення підвищується щільність будови при наростанні посушливості ґрунтових умов, що посилює процес мінералізації гумусу за рахунок зростання активності гуматорозкладаючих мікроорганізмів. За органічної і маловитратної систем удобрення відбувається розущільнення шару чорнозему 0–20 см, що стимулює підвищення активності амоніфікувальних і педотрофних груп мікроорганізмів, меншою мірою впливає на біогенність та активність амілолітичних і оліготрофних груп мікроорганізмів.

Ключові слова: педотрофи, оліготрофи, органічне землеробство, ґрунтова мікробіота, енергетична ефективність, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03>

У сучасному землеробстві лісостепової зони України людина дедалі більше втручається в природні процеси, що призводить до зміни функціонування ґрунтової агроєкосистеми. Антропогенний вплив на агроєкосистему слід оцінювати за багатьма показниками ґрунту, на які впливають ґрунтові мікроорганізми [1, 2], що беруть активну участь у розкладанні рослинних залишків, фіксації азоту, стабілізації фітосанітарного стану ґрунту і накопиченні в ньому активних речовин [3, 4].

Органічне землеробство — це система господарювання, метою якої є залежність між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища для забезпечення збереження якості ґрунтів [5, 6]. Генеральною Асамблеєю Міжнародної федерації рухів за органічне сільське господарство (International Federation of Organic Agriculture Movements — IFOAM, 2005) було ухвалено основні принципи, одним з яких є принцип здоров'я: органічне сільське господарство має підтримувати і поліпшувати стан ґрунту, рослинного і тваринного світу як неподільного цілого; здоров'я людств не може бути відокремленим від здоров'я екосистем, оскільки на здоровому ґрунті формується здоровий урожай.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати тривалих досліджень свідчать про те, що інтенсивне землеробство призводить до мінералізації ґрунтової органічної речовини, змінює біологічне різноманіття, посилює емісію парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O) із ґрунту за рахунок мінералізації гумусу [5,7]. У процесі переходу до органічного землеробства спочатку відновлюється, а згодом, навіть зростає вміст органічної речовини в ґрунті [8], скорочується кількість легкодоступних форм азоту, але збільшується його загальний вміст, зростає таксономічне і функціональне ґрунтове біорізноманіття [9, 10], підвищується частка мікробної біомаси та її активність, передусім чисельність азотофіксуючих бактерій і мікоризних грибів [11]. Як наслідок, змінюється і поліпшується структура ґрунту, агрегатний склад, водоутримувальна здатність і ємність катіонного обміну та гумусний стан, що сприяє розпушенню ґрунту та розвитку ґрунтової мезофауни [12]. Ґрунт

в агроєкосистемах за органічного землеробства — це переважно «здоровий» ґрунт [5, 13, 14].

При переході від інтенсивного до органічного землеробства виокремлюють кілька агроєкологічних і технологічних етапів [15]. Найпомітнішим є поширення агротехнології low input, яка полягає в помірному, скороченому, обмеженому застосуванні мінеральних добрив, а згодом — повній відмові від них за наростаючого використання органічних добрив у вигляді гною, сидератів або використання побічної продукції як органічного удобрення. Найпростіший спосіб підтримки здоров'я ґрунту в системах органічного землеробства — дотримання всіх рекомендацій щодо забезпечення його родючості: сівозміна, посіви симбіотрофних культур, сидерати тощо [16].

Оліготрофікацію агроєкосистем за органічної системи удобрення як спосіб оздоровлення і підтримки здоров'я ґрунту слід застосовувати для оздоровлення ґрунтової екосистеми [5], в якій концентрація легкоутилізованих форм біофільних елементів (С, N, P, K та ін.) є незначною. Водночас валовий їх вміст, різноманітність і чисельність біоти — відносно високі [17]. Органічне землеробство — це особлива, наукомістка технологічна система землеробства, агроєкологічно толерантна щодо ґрунтової агроєкосистеми. Поняття якості ґрунту і ґрунтової родючості доповнюється новою категорією — здоров'я ґрунту, що є найважливішою, основною ґрунтовою характеристикою. Оскільки якість (здоров'я) ґрунту — це переважно гумусна, агрофізична та фізико-хімічна характеристика ґрунтової агроєкосистеми, а родючість — її споживча складова [13].

Питання взаємозв'язку фізичних, фізико-хімічних властивостей і гумусного стану чорнозему з активністю ґрунтово-біологічних процесів за різних систем удобрення при переході від інтенсивного до органічного землеробства є важливим, але недостатньо вивченим [11]. Тому встановлення взаємозв'язку фізичних та фізико-хімічних властивостей чорноземів з інтенсивністю ґрунтово-біологічних процесів при вивченні ґрунтової біодинаміки за різних систем удобрення, в якій відображається стан системи

«ґрунт — мікроорганізми — рослини», набуває дедалі більшої актуальності.

Мета досліджень — розробити порівняльну кореляційну модель взаємозв'язків фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів з агрофізичними, фізико-хімічними показниками, гумусним станом, продуктивністю чорнозему опідзоленого з використанням побічної продукції сільськогосподарських культур як органічних добрив у 5-пільній зернопросапній сівозміні для умов Центрального Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», закладеному в 2010 р. на площі 0,75 га; кількість полів — 5 з розміром посівної ділянки 30 м², яка має 4-разову повторність. У досліді вивчали ротаційну сівозміну з насиченням зерновими, зернобобовими і технічними культурами. Ґрунт — чорнозем опідзолений на карбонатному лесі. В орному шарі вміст гумусу — 2,76–3,22 % за Тюрніним, сума поглинутих основ — 24,5–28,1 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність — 1,99–2,19 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольової витяжки — 6,0–7,1. Ступінь насичення основами — 92,8–93,3 %, уміст рухомих форм фосфору (за Труогом) — 9,0 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Бровкіною) — 12 мг/100 г ґрунту.

Система обробітку ґрунту в сівозміні: поверхневий обробіток дисковими знаряддями, безполицевий обробіток на глибину оранки та оранка. У досліді вивчали 5-пільну зернопросапну сівозміну: горох — пшениця озима — кукурудза — соя — ячмінь ярий. Насиченість бобовими культурами — 40 %.

Інтенсивна система (органо-мінеральна) удобрення передбачає такі дози добрив: горох — $N_{30}P_{50}K_{50}$, пшениця озима — $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{50} + N_{40}$, соя — $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{40}$, кукурудза — $N_{20}P_{90}K_{90} + N_{100}$, ячмінь ярий — $N_{20}P_{80}K_{80}$.

Маловитратна система удобрення передбачає такі дози добрив: горох — $N_{30}P_{30}K_{30}$, пшениця озима — $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30}$, соя — $N_{20}P_{40}K_{40}$, кукурудза — $N_{60}P_{70}K_{60} + N_{20}$, ячмінь ярий — $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{25}$.

Органічна система удобрення: без унесення мінеральних добрив і використання побічної продукції попередника як добрива (14 т/га) з обробленням зерна азотофіксуювальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, регуляторами росту, гуматами та підживленням гуматами, регулятором росту рослин або біопрепаратом.

Для дослідження фізико-хімічних і агрохімічних показників змішані зразки ґрунту (12–14 індивідуальних проб) відбирали тростинним буром із глибини 0–20 см із подальшою підготовкою до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464–2001. Вологість ґрунту визначали термогравіметричним методом за основними періодами росту культур (ДСТУ ISO 11465:2001) гранулометричний склад — за Н.А. Качинським (ДСТУ 4730:2007), щільність складення (будови) — методом різальних кілець у модифікації Н.А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001) рН_{KCl} — потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007), гідролітичну кислотність — за Г. Каппеном у модифікації ЦІНАО (ГОСТ26212–91), суму увібраних основ — методом Каппена-Гільковиця (ГОСТ 27821–88), ступінь насичення основами — розрахунково. У зразках ґрунту визначали вміст гумусу за І.В. Тюрніним у модифікації В.М. Сімакова (ДСТУ 4289:2004), лабільну органічну речовину — за ДСТУ 4732:2007.

Відбір, підготовку та зберігання зразків ґрунту для дослідження аеробної мікробіоти в лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO 10381-6-2001. Чисельність різних груп ґрунтових мікроорганізмів визначали за методикою Д.Г. Звягінцева посівом ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища. На м'ясо-пептонному агарі (МПА) досліджували загальну чисельність мікроорганізмів, що розкладають органічні сполуки, які містять азот. На крохмало-аміачному середовищі (КАА) вивчали мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту. Підрахунок, виділення бактерій і актиноміцетів здійснювали способом поверхневого посіву 0,05 мл ґрунтової суспензії з 4-го розведення на середовище Звягінцева. Кількість мікроорганізмів, що руйнують целюлозу, обчислювали на середовищі Гетчинсона з клітковиною, полісахариди синтезують на середовищі Мартіна,

меланіни — на середовищі Чапека при рН = 5, гумати розкладають на середовищі з гуматом натрію, педотрофи — на ґрунтовому агарі. Спрямованість мікробних процесів у ґрунті оцінювали за допомогою коефіцієнтів мінералізації-імобілізації азоту, оліготрофності, педотрофності, трансформації органічної речовини ґрунту. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими в ґрунтознавстві та ґрунтовій мікробіології методиками з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica 10.

Результати досліджень. Кореляційна залежність фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів з вологістю чорнозему опідзоленого в шарі 0–20 см показує прямий кореляційний зв'язок на рівні сильної кореляції ($R = +0,85 - 0,90 \pm 0,03$; $R^2 = 0,73 - 0,81$) з амоніфікувальними, педотрофними мікроорганізмами, а їхня чисельність на 73–81 % визначається рівнем зволоженості шару чорнозему 0–20 см (табл. 1). Між зволоженістю ґрунту і мікроміцетами залежність знижується до кореляції середнього рівня ($R = +0,61 \pm 0,03$; $R^2 = 0,31$), а зволоженість визначає їхню чисельність на 31 %. Чисель-

ність гуматорозкладаючих мікроорганізмів із фактором зволоженості була на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,84 \pm 0,02$; $R^2 = 0,72$), а зниження рівня зволоженості на 1 % сприяло зростанню чисельності цієї групи мікроорганізмів на 0,06 млн КУО⁽¹⁾/г ґрунту. Найменше чисельність амілолітичних і оліготрофних груп мікроорганізмів реагувала на зміну зволоженості шару чорнозему 0–20 см: $R = -0,28 - 0,39 \pm 0,02$; $R^2 = 0,08 - 0,15$.

Між рівнем зволоженості та біогенністю чорнозему опідзоленого виявлено прямий кореляційний зв'язок ($R = +0,79 \pm 0,02$; $R^2 = 0,62$). Зростання біогенності визначається активністю і чисельністю амоніфікувальних, педотрофних мікроорганізмів і кількістю мікроміцетів у ґрунті, зв'язок яких із рівнем зволоженості також був на рівні прямої сильної кореляції (див. табл. 1).

За анологічним принципом визначають зв'язок рівня зволоженості з коефіцієнтом педотрофності ($K_{\text{пдт}}$) ($R = 0,68 \pm 0,02$; $R^2 = 0,46$), а коефіцієнт мінералізації-імобілізації ($K_{\text{мі}}$) з рівнем зволоженості корелює на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,76 \pm 0,02$; $R^2 = 0,58$) і пов'язаний

1. Залежність агрофізичних показників від чисельності фізіологічних груп мікроорганізмів

Група мікроорганізмів	Рівняння регресії $y = ax \pm c$	Коефіцієнти	
		кореляції, R	детермінації, R ²
<i>Щільність будови, г/см³</i>			
Амоніфікувальні	$y = 1499,8 - 1150x$	-0,84	0,71
Амілолітичні	$y = 236,8 - 175x$	-0,55	0,30
Педотрофні	$y = 2292,4 - 1775x$	-0,87	0,75
Оліготрофні	$y = 241,1 - 185,3x$	-0,45	0,21
Мікроміцети	$y = 1178,6 - 825x$	-0,69	0,48
Гуматорозкладаючі	$y = -10,7 + 8,75x$	+0,85	0,72
Біогенність	$y = 4272,6 - 3287x$	-0,85	0,72
<i>Вологість ґрунту, %</i>			
Амоніфікувальні	$y = -97,8 + 8,73x$	+0,88	0,77
Амілолітичні	$y = -2,26 + 1,11x$	+0,45	0,20
Педотрофні	$y = -168,5 + 13,21x$	+0,83	0,69
Оліготрофні	$y = -10,1 + 1,07x$	+0,30	0,09
Мікроміцети	$y = 42,2 + 5,7x$	+0,61	0,34
Гуматорозкладаючі	$y = 1,44 - 0,067x$	-0,83	0,68
Біогенність	$y = -279,5 + 24,1x$	+0,79	0,62

зі зростанням чисельності гуматорозкладаючих мікроорганізмів.

Розрахунок кореляційних зв'язків різних фізіологічних груп мікроорганізмів зі щільністю будови в шарі чорнозему опідзоленого 0–20 см показав, що чисельність амоніфікувальних, педотрофних мікроорганізмів зі щільністю будови корелювала на рівні оберненої сильної кореляції ($R = -0,85 - 0,88 \pm 0,03$; $R^2 = 0,73 - 0,79$), а чисельність мікроміцетів — на рівні оберненої кореляції середнього рівня: $R = -0,61 \pm 0,02$; $R^2 = 0,37$. Підвищення або зниження щільності будови в шарі 0–20 см визначає кількість амоніфікувальних і педотрофних мікроорганізмів на 71–73 %, мікроміцетів — на 37 % (табл. 2).

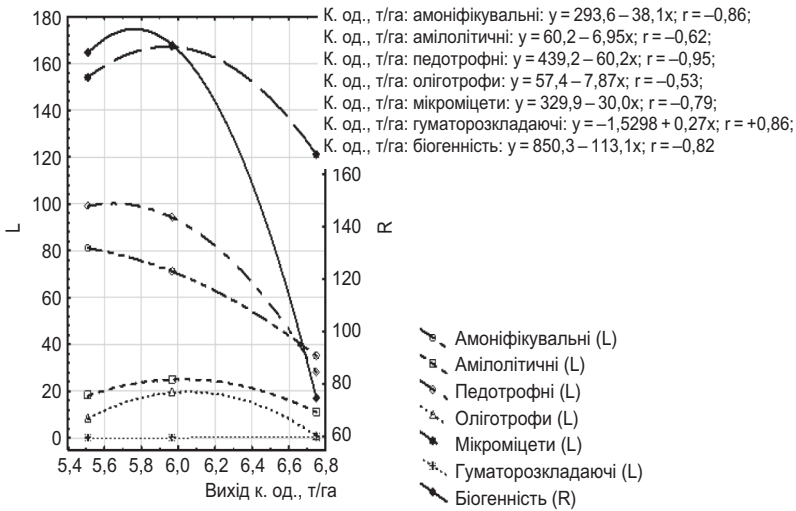
Установлені закономірності підпорядковуються біогенності шару чорнозему опідзоленого 0–20 см: зв'язок із рівнем зволоженості був на рівні прямої сильної кореляції ($R = 0,86 \pm 0,03$; $R^2 = 0,74$). Між щільністю будови і умістом гуматорозкладаючих мікроорганізмів та K_{Mi} (коефіцієнт мінералізації/імобілізації) встановлено пряму сильну кореляцію ($R = 0,70 - 0,86 \pm 0,02$; $R^2 = 0,49 - 0,74$).

Визначено взаємозв'язок між чисельністю еколого-трофічних груп мікроорганізмів і фізико-хімічними показниками: обмінною і гідролітичною кислотністю та сумою увібраних основ (табл. 2).

Між обмінною кислотністю ($pH_{сол}$) та чисельністю амоніфікаторів, педотрофів і мікроміцетів виявлено пряму сильну кореляцію ($R = +0,76 - 0,82 \pm 0,03$; $R^2 = 0,57 - 0,67$), з амілолітичними та оліготрофними групами мікроорганізмів кореляційний зв'язок послаблювався до прямого середнього рівня ($R = +0,49 - 0,58 \pm 0,02$; $R^2 = 0,24 - 0,34$). Рівень біогенності ґрунту з обмінною кислотністю корелювали на рівні прямої сильної кореляції ($R = +0,82 \pm 0,03$; $R^2 = 0,67$), що пов'язано зі зростанням чисельності та активності амоніфікувальних, педотрофних більшою мірою та амілолітичних груп мікроорганізмів і мікроміцетів меншою мірою. Кореляційний зв'язок обмінної кислотності з гуматорозкладаючими мікроорганізмами та коефіцієнтом мінералізації-імобілізації (K_{Mi}) був на рівні оберненої сильної кореляції: $R = -0,61 - 0,83 \pm 0,02$; $R^2 = 0,37 - 0,69$, що пов'язано зі зміною інтенсивності процесів у ґрунті.

2. Залежність фізико-хімічних показників від чисельності фізіологічних груп мікроорганізмів у шарі чорнозему опідзоленого 0–20 см

Фізіологічні групи мікроорганізмів	Рівняння регресії	Коефіцієнти	
		кореляції, R	детермінації, R ²
	$pH_{сол}$		
Амоніфікувальні	$y = -359,4 + 73,4x$	+0,7	0,76
Амілолітичні	$y = -54,1 + 12,5x$	+0,58	0,34
Педотрофні	$y = -587 + 114,9x$	+0,83	0,69
Оліготрофні	$y = -70,3 + 13,9x$	+0,48	0,24
Мікроміцети	$y = -173,9 + 55,9x$	+0,76	0,57
Гуматорозкладаючі	$y = 3,39 - 0,56x$	-0,88	0,77
Біогенність	$y = -1071,8 + 214,6x$	+0,89	0,79
	<i>Сума поглинутих основ, мг-екв. на 100 г ґрунту</i>		
Амоніфікувальні	$y = -259,7 + 11,5x$	+0,85	0,72
Амілолітичні	$y = -31,0 + 1,75x$	+0,55	0,39
Педотрофні	$y = -423,3 + 17,8x$	+0,89	0,79
Оліготрофні	$y = -42,2 + 1,85x$	+0,45	0,28
Мікроміцети	$y = -83,7 + 8,25x$	+0,71	0,58
Гуматорозкладаючі	$y = 2,66 - 0,09x$	-0,87	0,75
Біогенність	$y = -757,3 - 32,9x$	+0,86	0,74



Залежність виходу кормових одиниць у сівозміні від чисельності фізіологічних груп мікроорганізмів у чорноземі опідзоленому сильнореградованому

Між сумою увібраних основ амоніфікувальними, педотрофними мікроорганізмами і мікроміцетами встановлено прямий кореляційний зв'язок на рівні сильної кореляції: $R = 0,69 - 0,85 \pm 0,03$; $R^2 = 0,48 - 0,72$, чисельність амілолітичних та оліготрофних груп мікроорганізмів корелювала на середньому рівні: $R = 0,41 - 0,55 \pm 0,03$. Між гуматорозкладаючими групами мікроорганізмів і $K_{мі}$ зв'язок був на рівні оберненої сильної кореляції: $R = -0,67 - 0,86 \pm 0,03$; $R^2 = 0,45 - 0,74$, що свідчить про посилення процесу мінералізації гумусу. Аналіз та розрахунки показали, що між вмістом гумусу в шарі ґрунту 0–20 см та чисельністю амоніфікувальних, педотрофних груп мікроорганізмів, мікроміцетів і біогенністю ґрунту виявлено пряму сильну кореляцію: $R = 0,68 - 0,88 \pm 0,02$; $R^2 = 0,46 - 0,77$, а з гуматорозкладаючими мікроорганізмами та $K_{мі}$ кореляційний зв'язок був на рівні оберненої сильної кореляції: $R = -0,69 - 0,86 \pm 0,02$; $R^2 = 0,47 - 0,74$.

Зростання вмісту гумусу в ґрунті на рівні прямої сильної кореляції ($R = 0,84 - 0,89 \pm 0,03$; $R^2 = 0,71 - 0,7$) пов'язано зі зростанням чисельності амоніфікаторів, педотрофів і мікроміцетів, що сприяло зростанню біогенності чорнозему опідзоленого, яка з кількістю утворених лабільних гумусних речовин також корелювала на рівні прямої сильної кореляції:

$R = 0,74 - 0,89 \pm 0,03$; $R^2 = 0,55 - 0,79$. З гуматорозкладаючою групою мікроорганізмів та $K_{мі}$ уміст лабільних гумусних речовин мав обернений кореляційний зв'язок: $R = -0,65 - 0,88 \pm 0,02$; $R^2 = 0,42 - 0,77$, що пов'язано з їхнім накопиченням і стабілізацією гумусного стану загалом та поліпшенням агрофізичних властивостей ґрунту.

Установлено кореляційну залежність між продуктивністю сівозмін за виходом кормових одиниць (к.од.) на 1 га із різними групами ґрунтових мікроорганізмів. Між виходом кормових одиниць та амоніфікувальними, педотрофними та міксоміцетами, біогенністю та коефіцієнтом педотрофності виявлено обернену сильну кореляцію ($R = -0,79 - 0,87 \pm 0,02$; $R^2 = 0,62 - 0,76$), з амілолітичними та оліготрофними групами мікроорганізмів зв'язок був на рівні оберненої кореляції середнього рівня. На одиницю підвищення або зниження продуктивності за виходом кормових одиниць припадало 30–60 і 6,9–7,0 одиниць кількості зазначених груп мікроорганізмів. Зростання виходу кормових одиниць на 1 га сівозміни корелювало на рівні прямої сильної кореляції з вмістом гуматорозкладаючих мікроорганізмів ($R = 0,86 \pm 0,03$; $R^2 = 0,74$), з коефіцієнтом мінералізації-імобілізації зв'язок послаблювався до середнього рівня кореляції (рисунок).

Висновки

За інтенсивної системи удобрення в літній період відбувається пересушування шару чорнозему опідзоленого 0–20 см, за органічної системи рівень зволоженості зростає на 10–15 %. Тому найкращі умови для збереження органічної речовини гумусу створюються за органічної системи удобрення, тоді як за інтенсивної системи удобрення посилюються мінералізаційні процеси в умовах наростання посушливості ґрунтових умов.

За інтенсивної системи удобрення збільшується щільність, що посилює процес мінералізації гумусу за рахунок підвищення активності гуматорозкладаючих мікроорганізмів. За органічної і маловитратної систем удобрення відбувається розуцільнення шару чорнозему опідзоленого 0–20 см, що стимулює

зростання активності амоніфікувальних і педотрофних груп мікроорганізмів і меншою мірою впливає на біогенність та активність амілолітичних і оліготрофних груп мікроорганізмів.

За органічної та маловитратної систем удобрення відбувається процес насичення ґрунтового комплексу Ca^{2+} за рахунок зниження хімічного навантаження на чорнозем. Це сприяє зростанню рівня суми поглинутих основ і стимулює посилення біогенності ґрунту через підвищення чисельності й активності фізіологічних груп амоніфікувальних, амілолітичних, педотрофних, оліготрофних мікроорганізмів і зниження активності гуматорозкладаючих груп мікроорганізмів, що забезпечує відтворення гумусу в агроценозі короткочастотної сівозміни.

Demydenko O.

Cherkasy State Agricultural Research Station of NSC "Institute of Agriculture of NAAS", 13, Dokuchayeva Str., Kholodnianske village, Cherkasy region, Cherkasy oblast, Ukraine, 20731; e-mail: smilachiapv@ukr.net

Correlation links of physiological groups of microorganisms with fertility indicators of degraded chernozem for different fertilizer systems

Goal. To develop a comparative correlation model of the interconnections of ecological-trophic groups of soil microorganisms with agrophysical, physicochemical indicators, humus condition, the productivity of the degraded chernozem and to determine the energy efficiency of the use of intensive, low-intensive, and organic fertilizer systems using the by-products of crops as organic fertilizers in the 5-field grain-spray crop rotation for the conditions of the Central Right-Bank Forest-Steppe. **Methods.** Field and laboratory experiments, statistically analytical method. **Results.** Taking into account that use of the intensive fertilization system causes an overdrying of a layer of degraded chernozem 0–20 cm, and the use of an organic system increases the level of moisture, it can be argued that the best conditions for preserving the organic substance of

humus are created for an organic fertilizer system. For organic and low-cost fertilization systems, the saturation of the soil complex Ca^{2+} is carried out by reducing the chemical load on chernozem. That leads to a decrease in the level of metabolic acidity and amplification of biogenicity due to the growth of the number and activity of ammonifying, amylolytic, pedotrophic, oligotrophic microorganisms and the decrease in the activity of the humus-extraction groups of microorganisms, which provides reproduction of humus in the agrocenosis of short-crop rotation. **Conclusions.** For an intensive fertilizer system, the density of the structure increases when the drainage of soil conditions increases, which enhances the process of mineralization of humus due to the growth of the activity of humus extraction microorganisms. For organic and low-intensive fertilizer systems, there is a loosening of a 0–20 cm layer of chernozem, which stimulates the increase in the activity of ammonifying and pedotrophic groups of microorganisms. To a lesser extent, it influences the biogenicity and activity of amylolytic and oligotrophic groups of microorganisms.

Key words: *pedotroph, oligotroph, organic agriculture, soil microbiota, energy efficiency, productivity.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03>

Бібліографія

1. Менькіна Е.А., Воропаєва А.А. Изменение агрохимических и микробиологических свойств

чернозема обыкновенного при разных технологиях возделывания озимой пшеницы. *Сельскохо-*

зайственный журнал. 2018. №1 (11). С. 35–42. doi:10.25930/0372-3054-2018-1-11- 41-500

2. Цигичко А.А. Влияние длительного использования органической системы земледелия на структурно-функциональное состояние чернозема оподзоленного Левобережной Лесостепи Украины. *Известия Гомельского гос. ун-та имени Ф. Скорины*. Сер. Естест. науки. 2017. № 69 (105). С. 61–68.

3. Кутовая О.В., Гребенников А.М., Чевердин Ю.И., Маркина Л. Г. Влияние длительности использования агрочерноземов в земледелии на мезофауну и активность микрофлоры. *Аграрная Россия*. 2017. №1. С. 2–9.

4. Менькина Е.А., Куприченко М.Т. Сезонная динамика биологической активности в агро- и биогеогенных почвах Ставропольского края. *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. №2 (14). С. 64–76.

5. Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M. Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. *Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture*; ed. by Finckh M.R., Van Bruggen A.H.C., Tamm L. APS PRESS, 2015. 424 p.

6. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Здоровая почва и ее воспроизводство в альтернативных системах земледелия. *Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве*. Москва: Агрорус, 2016. 238 с.

7. Цигичко Г. О., Сябрук О.П. Вплив традиційної та органічної систем землеробства на динаміку емісії вуглекислого газу та ферментативну активність чорнозему опідзоленого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 82–87.

8. Franzluebbers A.J., Hons F.M., Zuberer D.A.

Soil organic carbon, microbial biomass and mineralisable carbon and nitrogen in sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1995. V. 59. P. 460–466.

9. Garbeva P., Van Veen J.A., Van Elsas J.D. Microbial diversity in soil: selection of microbial populations by plant and soil type and implications for disease suppressiveness. *Ann Rev Phytopath.* 2004. V. 42. P. 243–270.

10. Muder P., Fließbach A., Dubois D. et al. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*. 2002. V. 296. № 5573. P. 1694–1697.

11. Drury C.F., Stone J.A., Findlay W.I. Microbial biomass and soil structure associated with corn, grass and legumes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1991. V. 55. P. 805–811.

12. Ferris H., Tuomisto H. Unearthing the role of biological diversity in soil health. *Soil Biology and Biochemistry*. 2015. V. 85. P. 101–109.

13. Семенов А.М., Семенов В.М., Ван Бругген А.Х.К. Диагностика здоровья и качества почвы. *Агрохимия*. 2011. № 12. С. 4–20.

14. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. и др. Здоровая почва — фитосанитарный базис беспестицидного растениеводства. *RJOAS*. 2015. 12(48). С. 3–9.

15. Buyer J.S., Kaufman D.D. Microbial diversity in the rhizosphere of corn grown under conventional and low-input systems. *Appl. Soil Ecol.* 1996. V. 5. P. 21–27.

16. Сайко В.Ф. Землеробство ХХІ століття: проблеми та шляхи вирішення. *Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН*. 1999. С. 23–29.

17. O'Neill R.V., De Angeles D.L., Waide J.B., Allen T.F.H. A hierarchical concept of ecosystems. Princeton: Princeton Univ. Press, 1986. 253 p.