

**БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ТА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН****О. М. Трус, Е. В. Прокопенко**

Уманський національний університет садівництва

**ORCID: 0000-0002-9493-5469; 0000-0003-4642-7635****Т. В. Поліщук**

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

**ORCID: 0000-0002-0645-6872**

На підставі проведеного аналізу літературних джерел у статті представлено результати наукових досліджень вітчизняних і закордонних авторів щодо закономірностей проходження в ґрунті мікробіологічних процесів за інтенсивного землекористування. Встановлено, що біологічна активність є одним із основних показників родючості ґрунту та відіграє важливу роль у кругообігу поживних речовин, їх доступності для рослин. Мінеральний і органічний склад ґрунту та його фізико-хімічний стан регулюють чисельність і склад мікробіоценозів, у які входять бактерії, гриби, найпростіші та бактеріофаги. Мікрофлора використовується в якості показника для визначення напрямів перебігу в ґрунті таких процесів, як швидкість гуміфікації і мінералізації гумусу, зростання непродуктивних втрат газоподібного азоту в процесах денітрифікації та нітрифікації, накопичення нітратів у ґрунті. Процес гуміфікації залежить від кількості мікрофлори, яка бере участь у синтезі і розкладанні гумусу. Швидкість виділення вуглекислого газу дозволяє об'єктивно оцінювати інтенсивність процесу мінералізації органічних речовин. Важливе значення в ґрунтовій екосистемі належить мікоризним грибам, так як вони відіграють ключову роль у формуванні тісного зв'язку між рослинами та ґрунтом. Ґрунтові бактерії (бацили) можуть використовуватися як показник глибини розвитку ґрунтоутворювального процесу. Особливість ґрунтових мікроорганізмів полягає в їх здатності розкладати складні високомолекулярні сполуки до простих кінцевих продуктів. При зміні поживного, повітряного і водного режимів за інтенсивного землеробства зростає антропогенний вплив на ґрунт. Внесення мінеральних і органічних добрив у достатній кількості забезпечують поживними речовинами рослини, що є джерелами живлення для мікроорганізмів у ґрунті та енергією для біохімічних процесів, що проходять у ньому. Досліджено, що внесення гною, соломи зернових культур та сидератів призводить до зростання сумарної біологічної активності ґрунту на 8,24 %, активізує перебіг у ґрунті мікробіологічних і біохімічних процесів, підвищує інтенсивність виділення вуглекислого газу в 1,7–2,5 рази. Застосування мінеральних добрив сповільнює мікробіологічні та целюлозолітичні процеси мінералізації органічних решток та розвиток ґрунтової біоти. Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив дає можливість досягти максимальних значень нітрифікаційної здатності ґрунту, виділення вуглекислого газу та інтенсивності розкладу лляного полотна.

**Ключові слова:** біологічна активність, мікрофлора, мікроорганізми, поживні речовини, мінералізація, родючість, добрива.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** За умов, що склалися в сільськогосподарському виробництві України, збільшується антропогенний вплив на ґрунт, зростає інтенсивність обміну між ґрунтом і навколишнім природним середовищем, змінюється його біологічний стан. У зв'язку з цим стає все більш важливим встановлення закономірностей проходження в ґрунті мікробіологічних, біохімічних і інших процесів, що під їх впливом впливають на колообіг органічних речовин.

Під час господарського використання ґрунту порушуються природні процеси в агроценозах, що призводить до зниження рівня родючості та зміни в ґрунті мікробіологічних процесів. Встановлення закономірностей функціонування мікробного ценозу є основним критерієм оцінки доцільності застосування агротехнологій. Рівень родючості ґрунту та урожайності культур залежить від змін у ґрунті мікробіологічних умов при живленні рослин. Дані умови знаходяться в тісному зв'язку з продуктивністю рослин та залежать від того, як відбувається перегрупування окремих екологічних популяцій мікроорганізмів [1].

Одним із основних показників родючості ґрунту є біологічна активність, що визначається інтенсивністю біохімічної діяльності ґрунтових мікроорганізмів,

а також проявляє перспективу застосування відповідних агрозаходів [2]. З нею пов'язані процеси синтезу та розкладу гумусу, мінералізації внесених у ґрунт органічних добрив і післяживних решток [3]. Тому будь-які агротехнічні заходи, що спрямовані на підвищення врожаю рослин і відтворення родючості ґрунту, повинні мати ґрунтово-мікробіологічне обґрунтування.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Встановлено, що біологічна активність ґрунту відіграє важливу роль у кругообігу поживних речовин та доступності їх для рослин, у розвитку і підтримці структури ґрунту та сприяє «оздоровленню ґрунту». Господарське використання ґрунту вимагає припинення деградації ґрунтів та прийняття методів управління ґрунтом для збереження та збільшення ґрунтових ресурсів [4].

Ґрунт є сприятливим середовищем для життя і розмноження багатьох мікроорганізмів. Його мінеральний і органічний склад, фізико-хімічний стан регулюють чисельність і склад мікробіоценозів, у які входять бактерії, гриби, найпростіші та бактеріофаги. Вміст мікроорганізмів у ґрунті значно коливається в залежності від його хімічного складу, вологості, температури, кислотності та інших властивостей [5].

Направленість викликаних мікроорганізмами процесів може сприяти росту рослин або ж пригнічувати його. Тому, вивчення мікробіологічних процесів, що протікають у ґрунті, створює можливості для їх регулювання. Разом з тим ґрунт створює умови для розвитку мікрофлори, яка в свою чергу, чинить специфічний вплив на ґрунт. У кожному виді ґрунтів, що володіє конкретними фізико-хімічними властивостями, розвивається певна кількість і група мікроорганізмів, а також встановлюється біологічна рівновага, характерна для відповідних умов і сезону [6].

Мікрофлору також можна використовувати в якості показника для визначення напрямів перебігу різних процесів у ґрунті. Швидкість розкладання органічних залишків у ґрунті в значній мірі залежить від їх складу. Особливо важливу роль відіграє співвідношення вуглецю та азоту в ґрунті [7]. Надмірна активність ґрунтових мікроорганізмів може спричинити швидку мінералізацію гумусу та зростання непродуктивних втрат газоподібного азоту в процесах денітрифікації та нітрифікації, накопичення нітратів у ґрунті та подальше їх вимивання з ґрунтовими водами. При цьому також знижується коефіцієнт використання польовими культурами азоту з добрив, уміст якого в ґрунті не є досить високим [8].

Кількість і склад гумусу в ґрунтах залежить не лише від складу рослинних залишків, а й від процесів їх мінералізації. Ґрунтові мікроорганізми мають потужний ферментний апарат, який дає можливість мікрофлорі виконувати в ґрунті різноманітні функції. При внесенні як мінеральних, так і органічних добрив рослини в достатній кількості забезпечуються поживними речовинами. Однак добрива можуть не тільки посилювати, але й пригнічувати мікробіологічні процеси [9].

На думку більшості науковців [10, 11], гумусоутворення обумовлено ферментативною активністю мікроорганізмів, оскільки температурна крива гуміфікації аналогічна кривій ферментативних реакцій. Мікроорганізми, що беруть участь у процесах мінералізації, утворюють темні гумусоподібні з'єднання, схожі на гумінові кислоти та сприяють синтезу гумусу. Майже всі поживні та енергетичні запаси ґрунту є результатом діяльності мікроорганізмів. Роль мікроорганізмів оцінюється в залежності від їх чисельності в ґрунті та кількості виділеної ними енергії [12]. Існують суперечливі думки про участь мікрофлори в процесах утворення гумусу. Суть їх полягає в тому, що участь мікроорганізмів у гумусоутворенні оцінюється не по їх чисельності, а по продуктивній швидкості, тобто за кількістю накопичуваної в ґрунті біомаси і по швидкості, з якою вона мінералізується [13].

Інтенсивність біологічної активності ґрунту за показником виділення вуглекислого газу залежить від типу ґрунту, вологості, температури, а також наявності органічної речовини, співвідношення вуглецю до азоту та інших. Кількісна оцінка швидкості виділення вуглекислого газу з поверхні ґрунту, який утворюється внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, дозволяє об'єктивно оцінювати інтенсивність процесу мінералізації органічних речовин [14].

Різні точки зору існують щодо заселеності мікроорганізмами ризосфери рослин. Так званий «ризосферний ефект», вперше був виявлений у 1904 році німецьким ученим Л. Гільтнером, згодом підтверджений іншими дослідниками. Останнім часом з'явилися дані, отримані прямим мікроскопіюванням і методом посіву, що свідчать про можливу відсутність «ризосферного ефекту». Можливість його появи пояснюють особливостями підготовки мікробіологічного аналізу, коли мікронаважки ризосферного ґрунту дають викривлене уявлення про чисельність мікрофлори [15].

Численні дані доводять, що чисельність бактерій схильна до різких перепадів. Коливання чисельності відзначені навіть протягом доби, причому, характер коливань у різних ґрунтах і в різні сезони абсолютно різний. Варіювання чисельності груп мікроорганізмів (дріжджів, грибів, олігонітрофілів і азотфіксаторів) досягає 130–200 %. Д. Г. Звягінцев із співавт. [16] пояснює це природними та антропогенними сукцесіями ґрунтових мікроорганізмів, при яких відбувається флуктуація біомаси і таксономічного складу мікробіоти. Причому сукцесії можуть бути викликані зовнішніми і внутрішніми причинами (замерзання, відтавання, зволоження, внесення добрив, забруднення та ін.).

Встановлено [17], що мікоризні гриби складають лише одну з функціональних груп організмів, які мають важливе значення в ґрунтовій екосистемі, але їх місце у формуванні тісного зв'язку між рослинами та ґрунтом відіграє ключову роль у взаємодії між ними. Мікоризні гриби під час фотосинтезу рослин не виснажують запаси ґрунтової органічної речовини, як це роблять сапрофітні мікроорганізми, а сприяють її накопиченню безпосередньо як гіфи і спори та опосередковано через їх вплив на ріст рослин.

Е. Н. Мішустін [18] встановив, що ґрунти різних зон розрізняються не за загальною кількістю мікроорганізмів, а по вмісту споруутворюючих бактерій. Бацили можуть використовуватися як показник глибини розвитку ґрунтоутворювального процесу. Серед них є види-індикатори типів ґрунтів і їх родючості. Якісний склад актиноміцетів також різний у різних ґрунтах.

На розподіл мікроорганізмів також впливає географічний фактор, що проявляється через комплекс екологічних факторів: вологість, тип субстрату, кислотність, температура, засоленість ґрунтів [16]. Географічні відмінності структурного і функціонального розмаїття бактеріальних спільнот різних типів ґрунтів менш значущі, ніж профільні, що пов'язані з субстратом.

Визначальним фактором біологічних і біохімічних механізмів ґрунтоутворювального процесу і ґрунтової родючості є активність ґрунтових мікроорганізмів. Майже всі ланки ґрунтоутворювального процесу нерозривно пов'язані з життєдіяльністю мікроорганізмів. Особливість ґрунтових мікроорганізмів полягає в їх здатності розкладати складні високомолекулярні сполуки до простих кінцевих продуктів: газів, води та простих мінеральних сполук [19].

Мінералізація рослинних і тваринних решток, що надходять у ґрунт, подальша трансформація органічних і мінеральних речовин, що утворилися, азотфіксація, утворення і деструкція гумусу та багато інших процесів, що здійснюються ґрунтовими мікроорганізмами, протікають у ґрунтах із різною інтенсивністю. Швидкість і спрямованість цих процесів залежать від природно-кліматичних ресурсів і зумовлюють специфіку ґрунтоутворювальних процесів окремих регіонів і особливості родючості ґрунтів [20].

У ґрунті практично немає процесу, в якому мікрофлора не приймала б активної участі. Антропогенний вплив на ґрунт особливо зростає в інтенсивному землеробстві, коли змінюються поживний, повітряний і водний режими [21]. Як правило, органічні добрива і рослинні залишки є джерелами живлення для мікроорганізмів у ґрунті та енергією для біохімічних процесів, які проходять у ньому.

Встановлено, що за органічної системи удобрення, яка включає внесення гною, соломи зернових культур та сидератів, мікробіологічні процеси в ґрунті (виділення вуглекислого газу, розкладу лляного полотна) проходять значно інтенсивніше, ніж за орґано-мінеральної системи удобрення [22], зростає сумарна біологічна активність сірого лісового ґрунту на 8,24 % [23], прискорюється активізація перебігу в ґрунті мікробіологічних і біохімічних процесів, підвищується показник інтенсивності виділення вуглекислого газу в 1,7–2,5 рази [24]. Результати досліджень інших учених [25, 26] підтверджують корисний вплив органічних добрив на хімічні властивості ґрунтів та їх біологічну активність. Необхідність вивчення цих змін пов'язана з питаннями збереження і підвищення ґрунтової родючості.

За результатами досліджень П. В. Лиховида і С. О. Лавренка [27] встановлено, що під час застосування мінеральних добрив знизилася виділення вуглекислого газу в атмосферу до 178,3 мг/м<sup>2</sup> за годину. Проте, дослідження А. Бхаттачарї із співавт. [28] показали, що застосування мінеральних добрив в рекомендованих дозах покращує процеси дихання ґрунту.

Важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу органічних речовин, які потрапляють у ґрунт разом з органічними добривами, рослинними й тваринними рештками та іншими речовинами [14]. Тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні сповільнює мікробіологічні та целюлозолітичні процеси мінералізації органічних решток та розвиток ґрунтової біоти порівняно з обробіткою ґрунту без внесення добрив. Максимальна інтенсивність розкладу лляного полотна, яке використовується для характеристики активності мікрофлори, що розкладає целюлозу, становила 58,3 %. Застосування мінеральних добрив у дозі N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> зменшувало целюлозолітичну активність біоти ґрунту в 1,7 рази порівняно з контролем без добрив [27].

У дослідженнях [29] із поєднаним застосуванням органічних і мінеральних добрив на дерново-підзолистому ґрунті встановлено істотний їх вплив на зміну біологічного стану ґрунту. Загальна кіль-

кість мікроорганізмів зросла в 5,5 рази відповідно до неудобреного ґрунту. Нітрифікаційна здатність ґрунту, виділення вуглекислого газу та інтенсивність розкладу лляного полотна досягли максимальних значень.

Біологічна активність ґрунтів залишається важливим показником процесу ґрунтоутворення, що визначається чисельністю, складом і активністю ґрунтових мікроорганізмів, які безпосередньо беруть участь у трансформації недоступних рослинам елементів живлення ґрунту та рослинних залишків у доступні їм сполуки.

**ВИСНОВКИ.** Мікроорганізми, які беруть участь у синтезі і розкладанні органічної речовини, мають велике значення для ґрунтової родючості. Тому необхідно створювати умови, що сприяють повному використанню поживних речовин органічної частини ґрунту під час живлення рослин. Це стане можливим лише після встановлення характеру послідовності основних мікробіологічних процесів, що стимулюють надходження засвоєваних поживних речовин у ґрунт і включення їх у біологічний кругообіг.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragmenta Agronomica*. 2014. № 31. P. 56–63.
2. Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Щерба М. М. Вплив систем удобрення на біологічну активність сірого лісового ґрунту під озимою пшеницею в ланках сівозмін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56(1). С. 38–42.
3. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Зміна біологічної активності ґрунту під вико-вівсяною сумішкою за різних систем обробітки ґрунту та рівнів удобрення. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 31–34.
4. Smith S. E., Read D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhizas in agriculture and horticulture. *Mycorrhizal Symbiosis (Second Edition)*. 2002. P. 453–469.
5. Трус О. М. Біологічна активність чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2018. № 1. С. 106–115.
6. Артамонова В. С. Особенности микробиологических свойств почв урбанизированных территорий. *Сибирский экологический журнал*. 2002. № 3. С. 349–354.
7. Бобрик Н. Ю., Кривцова М. В., Ніколайчук В. І. Мікробіологічна активність ґрунтів призначених екосистем за мікробіологічними показниками. *Ґрунтознавство*. 2013. № 1–2(14). С. 40–48.
8. Циліорик О. І., Кулік А. Ф., Гончар Н. В. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітки та удобрення в посівах соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 2(44). С. 42–48.
9. Зинченко М. К., Биби́к Т. С., Стоянова Л. Г. Влияние систем удобрений на структуру и изменение отдельных физиологических групп микроорга-

низмов в серій лесной почве владимирского ополья. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12. P. 552–557.

10. Malik M. A., Khan K. S., Marshchner P., Ali S. Organic amendments differ in their effect on microbial biomass and activity and on P pools in alkaline soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. № 4(49). P. 415–425.

11. Tamilselvi S. M., Chinnadurai C., Hamuruga K., Arulmozhiselvan K., Balachandran D. Effect of long-term nutrient management on biological and biochemical properties of semi-arid tropical Alfisol during maize crop development stages. *Ecological Indicators*. 2015. Vol. 48. P. 76–87.

12. Aparna K., Pasha M. A., Rao D. L. N., Krishnaraj P. U. Organic amendments as ecosystem engineers: microbial, biochemical and genomic evidence of soil health improvement in a tropical arid zone field site. *Ecological Engineering*. 2014. Vol. 71. P. 268–277.

13. Birkhofer K., Bezemer T. M., Bloem J., Bonkowski M., Christensen S., Dubois D. et al. Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. Vol. 40(9). P. 2297–2308.

14. Zhurba M. A., Volkogon K. I. Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. *Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops* (Chernihiv, 16–18 June 2015). Chernihiv, 2015. P. 23–24.

15. Колодяжний О. Ю., Патики М. В., Танчик С. П. Формування біологічного потенціалу пшениці озимої за різних систем землеробства. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2015. Вип. 1. С. 24–33.

16. Звягинцев Д. Г., Добровольская Т. Г., Чернов И. Ю., Сарданашили Е. С., Гончиков Г. Г., Корсунов В. М. Особенности таксономического состава микробных комплексов в почвах Байкальского региона. *Почвоведение*. 1999. № 6. С. 727–731.

17. Smith S. E., Read D. Mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. *Mycorrhizal Symbiosis* (Third Edition). 2008. P. 611–636.

18. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 343 с.

19. Gaofei Ge, Zhaojun Li, Fenliang Fan, Guixin Chu, Zhenan Hou, Yongchao Liang. Soil biological activity and their seasonal variations in response to long-term application of organic and inorganic fertilizers. *Plant Soil*. 2010. Vol. 326(1). P. 31–44.

20. Кононов В. М., Диканев Г. П., Рассадников В. Н. Эффективность многолетних трав как предшественников. *Кормопроизводство*. 2005. № 4. С. 18–19.

21. Демчишин А. М., Віщак В. М., Світа Д. Я. Проблеми відтворення і підвищення родючості ґрунтів орних земель Львівської області та шляхи її вирішення. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 2. С. 58–63.

22. Ковальов В. Б., Трембіцька О. І., Радько Т. В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. *Агрпромислове виробництво Полісся*. 2015. Вип. 8. С. 15–20.

23. Малиновська І. М., Дегодюк С. Е., Ястремська Л. С. Вплив органічного і мінерального удобрення на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунту. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2017. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb\\_2017\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2017_2_8) (дата звернення: 01.09.2021).

24. Дем'янюк О. С., Шерстобоева О. В., Демидов О. А. Біологічна активність чорнозему типового залежно від виду органічного субстрату органічно-мінеральної системи удобрення. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2(1). С. 17–25.

25. Lin Chen, Jie Gu, Ting Hu, Hua Gao, Zhi-Xue Chen, Qing-Jun Qin, Xiao-Juan Wang. Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*). *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013. № 24(6). P. 1627–1632.

26. Piaszczyk W., Błońska E., Lasota Ja. Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. *Soil science annual*. 2017. Vol. 68(3). P. 125–131.

27. Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7(4). P. 18–24.

28. Bhattacharya A., Sahu S. K., Hundet A., Sarkar P. Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). *Indian Streams Research Journal Available*. 2013. № 3(10). P. 1–10.

29. Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I. Biological activity of soil depending on fertilizer systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016. № 6(22). P. 921–926.

## BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL, ITS IMPORTANCE FOR SOIL FERTILITY AND PLANT NUTRITION

**O. M. Trus, E. V. Prokopenko**

Uman National University of Horticulture

**ORCID: 0000-0002-9493-5469; 0000-0003-4642-7635**

**T. V. Polishchuk**

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

**ORCID: 0000-0002-0645-6872**

**Purpose.** It is established that biological activity is one of the main indicators of soil fertility and it plays an important role in the cycle of nutrients, in their availability to plants. **Methodology.** Based on the analysis of literature sources, the article presents the results of scientific research of domestic and foreign authors on the patterns of passage

in the soil microbiological processes in intensive land use. **Findings.** The mineral and organic composition of the soil and its physicochemical state regulate the number and composition of microbiocenoses, which include bacteria, fungi, protozoa and bacteriophages. The microflora is used as an indicator to determine the direction of over flow in the soil of such processes as the rate of humification and mineralization of humus, the growth of unproductive losses of nitrogen gas in the processes of denitrification and nitrification, the accumulation of nitrates in the soil. The process of humification depends on the amount of microflora involved in the synthesis and decomposition of humus. The rate of carbon dioxide release allows you to assess objectively the intensity of the process of mineralization of organic matter. Mycorrhizal fungi are important in the soil ecosystem, as they play a key role in the close relationship between plants and soil. Soil bacteria (bacilli) can be used as an indicator of the depth of development of the soil formation process. **Originality.** The peculiarity of the soil microorganisms is their ability to decompose complex macromolecular compounds into simple final products. With the change of nutrient, air and water regimes during the intensive agriculture, the anthropogenic impact on the soil increases. **Practical value.** The application of mineral and organic fertilizers in sufficient quantities provides the plant with nutrients that are the sources of nutrition for microorganisms in the soil and the energy for biochemical processes taking place in it. It was studied that the application of manure, straw, cereals and greens leads to an increase in total biological activity of the soil by 8.24 %, activates the flow of microbiological and biochemical processes in the soil, increases the intensity of carbon dioxide by 1.7–2.5 times. The use of mineral fertilizers slows down the microbiological and cellulolytic processes of mineralization of organic residues and the development of soil biota. The combined use of organic and mineral fertilizers makes it possible to achieve maximum values of soil nitrification capacity, carbon dioxide emissions and the intensity of decomposition of linen. References 29.

**Key words:** biological activity, microflora, microorganisms, nutrients, mineralization, fertility, fertilizers.

#### REFERENCES

1. Natywa, M., Selwet, M., Maciejewski, T. (2014). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragmenta Agronomica*, No 31. pp. 56–63. [in Polish]
2. Dubytska, A. O., Kachmar, O. Y., Dubytskyi, O. L., Shcherba, M. M. (2014). Vplyv system udobrennia na biolohichnu aktyvnist siroho lisovoho gruntu pid ozymoiu pshenytsieiu v lankakh sivozmin. [Influence of fertilizer systems on biological activity of gray forest soil under winter wheat in crop rotation units]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*, vol. 56(1). pp. 38–42. [in Ukrainian]
3. Pavlichenko, A. A., Bondarenko, O. M., Vakhnii, S. P. (2015). Zmina biolohichnoi aktyvnosti gruntu pid vyko-vivsianoiu sumishkoiu za riznykh system obrobittu gruntu ta rivniv udobrennia. [Change of biological activity of soil under vyko-oat mixture at different systems of tillage and levels of fertilizer]. *Ahrobiolohiia*, No 1. pp. 31–34. [in Ukrainian]
4. Smith, S. E., Read, D. J. (2002). Vesicular-arbuscular mycorrhizas in agriculture and horticulture. *Mycorrhizal Symbiosis* (Second Edition). pp. 453–469.
5. Trus, O. M. (2018). Biolohichna aktyvnist chornozemu opidzolenoho pislia tryvaloho zastosuvannia dobryh u polovii sivozmini. [Biological activity of podzolic chernozem after long-term application of fertilizers in field crop rotation]. *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrobiolohiia»*, No 1. pp. 106–115. [in Ukrainian]
6. Artamonova, V. S. (2002). Osobennosti mikrobiologicheskikh svojstv pochv urbanizirovannykh territorij. [Features of microbiological properties of soils in urbanized areas]. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, No 3. pp. 349–354. [in Russian]
7. Bobryk, N. Yu., Kryvtsova, M. V., Nikolaichuk, V. I. (2013). Mikrobiolohichna aktyvnist gruntiv pry zaliznychnykh ekosystem za mikrobiolohichnyimi pokaznykamy. [Microbiological activity of soils of railway ecosystems according to microbiological indicators]. *Gruntoznavstvo*, No 1–2(14). pp. 40–48. [in Ukrainian]
8. Tsyliuryk, O. I., Kulik, A. F., Honchar, N. V. (2017). Biolohichna aktyvnist gruntu za riznykh sposobiv yoho obrobittu ta udobrennia v posivakh soniashnyku. [Biological activity of soil by different methods of its cultivation and fertilization in sunflower crops]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo aharno-ekonomichnoho universytetu*, No 2(44). pp. 42–48. [in Ukrainian]
9. Zinchenko, M. K., Bibik, T. S., Stoyanova, L. G. (2014). Vliyanie sistem udobrenij na strukturu i izmenenie otдельnykh fiziologicheskikh grupp mikroorganizmov v seroj lesnoj pochve vladimirskogo opolya. [Influence of fertilizer systems on the structure and changes in individual physiological groups of microorganisms in the whole forest soil of the Vladimir opole]. *Fundamentalnye issledovaniya*, No 12. pp. 552–557. [in Russian]
10. Malik, M. A., Khan, K. S., Marshchner, P., Ali, S. (2013). Organic amendments differ in their effect on microbial biomass and activity and on P pools in alkaline soils. *Biology and Fertility of Soils*, No 4(49). pp. 415–425. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0738-6>.
11. Tamilselvi, S. M., Chinnadurai, C., Hamuruga, K., Arulmozhiselvan, K., Balachandran, D. (2015). Effect of long-term nutrient management on biological and biochemical properties of semi-arid tropical Alfisol during maize crop development stages. *Ecological Indicators*, vol. 48. pp. 76–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.001>.
12. Aparna, K., Pasha, M. A., Rao, D. L. N., Krishnaraj, P. U. (2014). Organic amendments as ecosystem engineers: microbial, biochemical and genomic evidence of soil health improvement in a tropical arid zone field site. *Ecological Engineering*, vol. 71. pp. 268–277. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.016>.
13. Birkhofer, K., Bezemer, T. M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D. et al. (2008). Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: implications for soil quality, biolog-

ical control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 40(9). pp. 2297–2308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.05.007>.

14. Zhurba, M. A., Volkogon, K. I. (2015). Biological denitrification in the soils of agrocenoses upon combination of microbial preparations with nitrogen fertilizers. *Microbiological aspects of optimizing the production process of cultured crops* (Chernihiv, 16–18 June 2015). Chernihiv. pp. 23–24.

15. Kolodiaznyi, O. Yu., Patyka, M. V., Tanchyk, S. P. (2015). Formuvannya biolohichnoho potentsialu pshenytsi ozymoi za riznykh system zemlerobstva. [Formation of biological potential of winter wheat under different farming systems]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, vol. 1. pp. 24–33. [in Ukrainian]

16. Zvyaginets, D. G., Dobrovolskaya, T. G., Chernov, I. Yu., Sardanashvili, E. S., Gonchikov, G. G., Korsunov, V. M. (1999). Osobennosti taksonomicheskogo sostava mikrobnnykh kompleksov v pochvah Bajkalskogo regiona. [Features of the taxonomic composition of microbial complexes in the soils of the Baikal region]. *Pochvovedenie*, No 6. pp. 727–731. [in Russian]

17. Smith, S. E., Read, D. (2008). Mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. *Mycorrhizal Symbiosis* (Third Edition). pp. 611–636.

18. Mishustin, E. N. (1972). Mikroorganizmy i produktivnost zemledeliya. [Microorganisms and agricultural productivity]. M.: Nauka. 343 p. [in Russian]

19. Gaofei, Ge, Zhaojun, Li, Fenliang, Fan, Guixin, Chu, Zhenan, Hou, Yongchao, Liang. (2010). Soil biological activity and their seasonal variations in response to long-term application of organic and inorganic fertilizers. *Plant Soil*, vol. 326(1). pp. 31–44. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0186-8>.

20. Kononov, V. M., Dikanev, G. P., Rassadnikov, V. N. (2005). Effektivnost mnogoletnih trav kak predshestvennikov. [Efficacy of perennial herbs as precursors]. *Kormoproizvodstvo*, No 4. pp. 18–19, [in Russian]

21. Demchyshyn, A. M., Vishchak, V. M., Svita, D. Ya. (2011). Problemy vidtvorennia i pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv ornykh zemel Lvivskoi oblasti ta shliakhy yii vyrishennia. [Problems of reproduction and increase of soil fertility of arable lands of Lviv region and ways of its solution]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, No 2. pp. 58–63. [in Ukrainian]

22. Kovalov, V. B., Trembitska, I., Radko, T. V. (2015). Biolohichna aktyvnist gruntu za orhanichnoi

systemy vyroshchuvannya kultur u korotkorotatsiini sivozmini. [Biological activity of soil in the organic system of growing crops in short-rotation crop rotation]. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*, vol. 8. pp. 15–20. [in Ukrainian]

23. Malynovska, I. M., Dehodiuk, S. E., Yastremska, L. S. (2017). Vplyv orhanichnoho i mineralnoho udobrennia na chyselnist ta fiziolohobiokhimichnu aktyvnist mikroorhanizmiv siroho lisovoho gruntu. [Influence of organic and mineral fertilizers on the number and physiological and biochemical activity of microorganisms of gray forest soil]. *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii*, No 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb\\_2017\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2017_2_8) [in Ukrainian]

24. Demianiuk, O. S., Sherstoboieva, O. V., Demydov, O. A. (2016). Biolohichna aktyvnist chornozemu typovoho zalezho vid vydu orhanichnoho substratu orhano-mineralnoi systemy udobrennia. [Biological activity of typical chernozem depending on the type of organic substrate of the organo-mineral fertilizer system]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, No 2(1). pp. 17–25. [in Ukrainian]

25. Lin, Chen, Jie, Gu, Ting, Hu, Hua, Gao, Zhi-Xue, Chen, Qing-Jun, Qin, Xiao-Juan, Wang. (2013). Effects of biological organic fertilizer on microbial community's metabolic activity in a soil planted with chestnut (*Castanea mollissima*). *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, No 24(6). pp. 1627–1632.

26. Piaszczyk, W., Błońska, E., Lasota, Ja. (2017). Study on the effect of organic fertilizers on soil organic matter and enzyme activities of soil in forest nursery. *Soil science annual*, vol. 68(3). pp. 125–131. DOI: <https://doi.org/10.1515/ssa-2017-0015>.

27. Lykhovyd, P. V., Lavrenko, S. O. (2017). Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, No 7(4). pp. 18–24. DOI: [https://doi.org/10.15421/2017\\_81](https://doi.org/10.15421/2017_81).

28. Bhattacharya, A., Sahu, S. K., Hundet, A., Sarkar, P. (2013). Effect of urea, superphosphate, potash and npk on soil respiration (carbon dioxide evolution from soil). *Indian Streams Research Journal Available*, No 3(10). pp. 1–10.

29. Kosolapova, A., Yamaltdinova, V., Mitrofanova, E., Fomin, D., Teterlev, I. (2016). Biological activity of soil depending on fertilizer systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, No 6(22). pp. 921–926.

Стаття надійшла 03.09.2021