

УДК 631.427.22

<https://doi.org/10.31713/vs2202623>

Гаврилюк В. А. [1; ORCID ID: 0000-0003-3923-0842],
к.с.-г.н., с.н.с., в.о. директора,
Найдьонова О. Є. [2; ORCID ID: 0000-0002-8568-5699],
к.б.н., с.н.с.,
Ковальчук Н. С. [3; ORCID ID: 0000-0003-2495-7731],
к.с.-г.н., доцент

¹Поліська дослідна станція Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Луцьк

²Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Харків

³Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

СТАН МІКРОБНИХ ЦЕНОЗІВ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВНЕСЕННЯ БАРДИ МЕЛЯСНОЇ

У статті проведено комплексний аналіз сучасного стану та чисельності бактерій і мікроміцетів у ґрунтовій масі дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся за внесення барди мелясної. У вегетаційних умовах, вивчався вплив різних норм внесення барди мелясної, як органічних добрив, на стан мікробних ценозів дерново-підзолистих ґрунтів. Ґрунтову масу брали з орного шару ґрунту на ділянці без добрив, польових досліджень Поліської дослідної станції Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» на території Колківського ЦПО (селище Колки, Луцький район, Волинська область).

Впродовж 90 діб компостування за постійної температури оцінено зміни стану мікробних угруповань, зокрема ґрунтових мікроміцетів, порівняно з необробленим ґрунтом. Стан мікрофлори контролювали за період дослідження за параметрами чисельності мікроорганізмів різних еколого-трофічних і таксономічних груп, сумарним біологічним показником (СБП) та показниками, що відображують функціональний стан мікробних ценозів (показники оліготрофності, мінералізації, коефіцієнт мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ)).

На дев'яносту добу чисельність мікрофлори (за сумарним біологічним показником), при внесення 20 т/га барди мелясної, у ґрунті становила 90% від значень контролю, а в ґрунті, за внесення мінеральних туків – 83%. Чисельність мікроміцетів найкраще зростала у разі застосування барди мелясної у нормі 30 т/га.

З огляду на важливу роль ґрунтових мікроміцетів у функціонуванні ґрунтів, зменшення їх чисельності в умовах інтенсивного антропогенного

навантаження та за підсилення цього процесу глобальними кліматичними змінами, може негативно відобразитись на багатьох ґрунтово-біологічних процесах, зокрема на розкладі рослинних решток і подальшій трансформації органічної речовини, а також на фітосанітарному стані ґрунту. Тому потрібно проводити постійний моніторинг за станом ґрунтів, що буде дієвим механізмом підвищення кліматичної стійкості агроландшафтів.

Ключові слова: ґрунт; Західне Полісся; мікробні угруповання; мікроміцети; функціональний стан мікробного ценозу ґрунту.

Постановка проблеми. Дерново-підзолисті ґрунти Західного Полісся як одні з найбільш поширених в регіоні є важливим елементом агроєкосистем, що забезпечує основу для сільськогосподарського виробництва, однак через інтенсивне використання цих ґрунтів у сільському господарстві та вплив антропогенних та природних факторів, спостерігається зниження їх родючості та біологічної активності.

Використання місцевих добрив на основі вторинних сировинних ресурсів, таких як органічні відходи, компости, а також промислової вторинної сировини, може стати перспективним шляхом для покращення стану ґрунтів, відновлення їх структури та підвищення продуктивності.

Вивчення показників біологічної активності ґрунтів з використанням добрив на основі вторинних ресурсів є надзвичайно важливим для забезпечення сталого землеробства та збереження екологічної рівноваги в регіоні. Оскільки ґрунтові мікроорганізми відіграють провідну роль у підтримці ґрунтового статусу, низька стійкість ґрунтової біоти, критеріями якої є показники чисельності та біомаси основних груп мікроорганізмів, а також потенційна ферментативна та актуальна біологічна активність здійснюваних ними процесів, опосередковано свідчить про недостатній рівень поживного режиму ґрунтів. Відтак дослідження впливу місцевих вторинних ресурсів на біологічний комплекс дерново-підзолистих ґрунтів має важливе значення для аграрного сектора цього регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом до деградаційно зумовлюючих джерел, як причин збіднення ґрунтів на органіку, додається погіршення абіотичних умов їх функціонування, що є наслідком процесів глобального потепління. Особливе місце в

цьому випадку займають дерново-підзолисті ґрунти Західного Полісся України, які є потенційно низькородючими та характеризуються швидкими темпами втрат органічного вуглецю. Надзвичайно важливо, що за застосування в умовах змін клімату інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на максимальному використанню мінеральних добрив і тільки посилюють негативні процеси.

Одним із основних чинників процесу ґрунтоутворення є функціонування ґрунтової мікрофлори. Мікроорганізми в ґрунтах виконують широкий спектр екологічних функцій, найважливішою з яких є розкладання органічних речовин. Вони також регулюють фітосанітарний стан ґрунту відіграючи суттєву роль у процесах самоочищення антропогенно забрудненого ґрунту і забезпечуючи його здоров'я [1; 2; 3].

Стан угруповання ґрунтових мікроорганізмів, зокрема мікроміцетів, є індикатором ступеня антропогенного навантаження на екосистему. Мікроміцети чутливо реагують на зміни властивостей ґрунту за дії різних полютантів і характеризуються широким спектром адаптивних властивостей. Порушення їх складу й структурних особливостей проявляються раніше, ніж зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, що робить їх біомаркерами, придатними для прогнозування стану ґрунтового середовища [4; 5; 6].

Доведено, що його застосування на дерново-підзолистому ґрунті суттєво впливає на загальну чисельність та біомасу бактерій, грибів та актиноміцетів, збільшуючи їх кількість відповідно у 1,5–2 рази, 1,2–3 рази та 2 рази [7; 8]. Внесення 50–100 т/га гною, покращує показники біорізноманіття, метаболічної роботи і стійкості системи в гумусо-акумулятивному шарі дерново-підзолистого ґрунту, яка зберігається навіть на пізніших етапах. Також зазначається, що післядія гною має відображення на мікробіоценозі ґрунту, збільшуючи загальне число мікроорганізмів орного шару в 1,3–1,4 рази у порівнянні з контрольним (без добрив) варіантом. Водночас у літературі відмічається, що збільшення норми (більше 150 т/га) призводить до стану кризи біологічної системи ґрунту, яка особливо проявляється на пізніх етапах [9; 10].

Однак недостатня кількість виробництва гною призводить до зниження обсягів його застосування. У зв'язку з цим актуальним є пошук нових, економічно доступних видів органічних добрив, зокрема компостів, ферментованих органічних та органо-мінеральних добрив, виробництво яких ґрунтується на використанні різноманітної

сировини, обсяги якої щорічно збільшуються. Такі добрива за своїми властивостями не поступаються, а в деяких випадках навіть перевершують традиційно застосовувані. Зокрема науковцями показана можливість регулювання чисельності мікроорганізмів агрономічно цінних фізіологічних груп за рахунок компостів різного компонентного складу. Так, у Тайвані (Республіка Китай) Ed-Haun Chang та ін. (2007) проведено вегетаційні дослідження ефективності чотирьох видів компостів, які виготовлені із гною свиней та тирси; відходів шерстяної промисловості; соєвого борошна, арахісового лушпиння та тирси; рослинних залишків. У середньому, чисельність бактерій у ґрунті при внесенні компостів була у 1,68 раза вищою, ніж за мінеральної системи удобрення. При застосуванні компостів на основі гною свиней та тирси чисельність бактерій, актиноміцетів та грибів становила відповідно 44,7 млн КУО/г ґрунту, 18,2 млн КУО/г ґрунту та 46,8 тис. КУО/г ґрунту. Дані показники перевищували контрольний варіант на 7,5 млн КУО/г ґрунту, 5,0 млн КУО/г ґрунту та 8,8 тис. КУО/г ґрунту [11].

Доведено, що ферментовані добрива також впливають на біологічні властивості ґрунтів. Зокрема встановлено, що із збільшенням норми ферментованого добрива Біопроферм, залежно від його компонентного складу, чисельність мікроорганізмів підвищується на 10–20% у 0–30 сантиметровому шарі дернового ґрунту. Разом з тим змінюється якісний склад мікроорганізмів: зменшується питома вага грибів (на 0,7–1,13%) та збільшується частка бактерій та актиноміцетів [12].

Мета, завдання та методики проведення досліджень. Чисельність ґрунтових мікроорганізмів різних еколого-трофічних і таксономічних груп визначали методом висівання водної суспензії ґрунту відповідних розведень на такі щільні селективні живильні середовища [13]: для визначення чисельності бактерій, що засвоюють органічний азот (амоніфікаторів), – на м'ясо-пептоновий агар (МПА); бактерій, що засвоюють азот мінеральних сполук, та актинобактерій – на крохмало-амонійний агар (КАА); оліготрофів – на голодний агар (ГА); педотрофів – на ґрунтовий агар (ГґА); мікроміцетів – на середовища Ріхтера та Чапека.

Кожну пробу ґрунту і контрольного ґрунту висівали на 3 паралельні чашки Петрі кожного живильного середовища.

Показники, що характеризують напруженість мінералізаційних

процесів (показник мінералізації), трофічний режим ґрунту (показник оліготрофності) і спрямованість процесів трансформації органічної речовини (коефіцієнт мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ) визначали за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів. Сумарний біологічний показник (СБП) [13], розраховували шляхом узагальнення даних чисельності мікрофлори. Значення граничної похибки в дослідженні визначали способом встановлення значення найменшої істотної різниці (HIP) між порівнюваними варіантами за рівня вірогідності 95%.

Окрім показників урожайності, важливим завданням дослідження було встановлення впливу мелясної барди на біологічну активність дерново-підзолистого ґрунту, зокрема на один із ключових мікробіологічних індикаторів – целюлозолітичну активність. Оцінювання цього параметра здійснювалося за результатами досліджень з розкладом лляного полотна, яке виступає субстратом для мікроорганізмів – деструкторів целюлози. Що вищий ступінь розкладу полотна, то інтенсивніше функціонує целюлозолітична мікрофлора, що прямо свідчить про біологічну активність ґрунту, його здатність до трансформації органічної речовини.

Статистичну обробку здобутих даних проводили з використанням пакетів програм Statistica, R-Studio та Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Діяльність мікроорганізмів має величезне значення у формуванні ґрунту і створенні її родючості. Тому в мікробно-рослинній системі нами проводилися дослідження щодо вивчення мікроорганізмів, що визначають ґрунтову родючість. Опираючись на отримані дані мікробіологічного аналізу можна відмітити чітку тенденцію до збільшення протягом року кількості мікроорганізмів усіх визначених груп.

Зокрема, процес амоніфікації як початковий етап трансформації органічної речовини, що здійснюється неспоровими бактеріями роду *Pseudomonas* (*Ps. fluorescens* та *Ps. herbicola*) [14] найбільш інтенсивно розвивався за внесення збільшених норм барди мелясної (табл. 1). На цих варіантах відмічено збільшення кількості мікроорганізмів, у порівнянні з контролем, на 6,25 млн КУО/г ґрунту та 6,47 млн КУО/г ґрунту.

У варіантах із нижчою нормою барди чисельність мікроорганізмів, що трансформують органічні сполуки азоту, складала 10,28 млн КУО/г ґрунту проти 6,79 млн КУО/г ґрунту на контролі.

Мінеральна система удобрення справила менший вплив на цю групу ґрунтової біоти у порівнянні з органічною, проте збільшила їх чисельність до 13,07 млн КУО/г.

При визначенні загальної чисельності мікроорганізмів, що перетворюють мінеральні сполуки азоту встановлена їх переважаюча кількість (у 2 рази) проти контролю за внесення барди мелясної у нормі 10 т/га. На цьому варіанті вона становила 15,68 млн КУО/г ґрунту проти контролю – 8,76 млн КУО/г.

Аналізуючи дані таблиці 2, можна з впевненістю сказати, що збільшення норми органічного ферментованого добрива сприяє підвищенню чисельності мікроорганізмів, які перетворюють сполуки азоту в ґрунті, тим самим сприяючи, за рахунок біологічної іммобілізації мікроорганізмами, які беруть участь у розкладанні органічної речовини, зниженню втрат азоту та вимивання його за межі ґрунтового профілю.

У такому аспекті варто навести результати щодо встановлення видового складу спороутворюючих бактерій дерново-підзолистого ґрунту, які беруть безпосередню участь у розкладі органічної речовини. Вчені визначили, що зі збільшенням норми гною (з 10 т/га до 35 т/га) співвідношення між «північними» (характерними для дерново-підзолистих ґрунтів) та «південними» (притаманними чорноземам та темно-сірим ґрунтам) видами бактерій зменшується, що свідчить про розвиток глибокого деструкційного процесу завдяки останнім, які характеризується складнішим ферментативним апаратом. Це сприяє розвитку інших видів мікроорганізмів завдяки достатній насинтезованій кількості поживної речовини [15].

Показник оліготрофності є індикатором насиченості ґрунту легкозасвоюваними поживними речовинами. У наших дослідженнях, його значення були переважно нижчими за одиницю в усіх варіантах з внесенням барди мелясної, що може опосередковано свідчити про достатню насиченість ґрунту доступними поживними речовинами. Зі збільшенням норми внесення барди мелясної, показник оліготрофності дещо підвищувалися, але без перевищення одиниці. Тому можна стверджувати про відсутність помітного однозначного впливу доз внесення барди мелясної на трофічний режим ґрунту.

Таблиця 1
Чисельність мікроорганізмів головних еколого-трофічних і таксономічних груп

Варіант досліджу	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн КУО/г сухого ґрунту			Актино-міцети, млн КУО/г сухого ґрунту	Гриби, тис. КУО/г сухого ґрунту	Оліго-трофи, млн КУО/г сухого ґрунту	Евтрофи, млн КУО/г сухого ґрунту	Показники			
	органічний	мінеральний						оліготрофності	мініралізації	МТОРГ	СБП, %
		всього	бактерії								
Контроль	6,79	8,76	7,76	4,99	26,26	21,35	19,57	1,13	1,95	8,73	100
Барда – 10 т/га	10,28	15,68	10,42	5,36	28,43	20,92	26,08	0,81	1,55	16,99	86
Барда – 20 т/га	13,04	11,94	8,41	3,53	31,99	23,98	25,02	0,85	0,93	28,39	90
Барда – 30 т/га	13,26	11,54	8,23	3,33	36,31	21,22	24,85	0,86	0,89	29,37	91
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀	13,07	11,56	7,50	3,63	25,05	22,65	24,65	2,07	1,61	28,78	83
НІР _{0,05}	1,98	1,76	–	2,13	4,42	2,01	–	–	–	–	–

Примітка: КУО – колонієутворююча одиниця
МТОРГ – показник мікробної трансформації органічної речовини ґрунту
СБП – сумарний біологічний показник.

Показник мінералізації є індикатором інтенсивності протікання процесів мінералізації та засвоювання азотних сполук у ґрунті. Його значення визначається відношенням чисельності мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні сполуки азоту, до кількості мікроорганізмів, що утилізують його органічні сполуки. Для всіх варіантів із застосуванням барди мелясної значення показника мінералізації були зниженими відносно значень для контрольного ґрунту, що свідчить про послаблення мінералізаційної функції мікробних ценозів.

Значення коефіцієнту МТОРГ для дерново-підзолистих ґрунтів, за внесення барди мелясної, були нижчими відносно контролю, особливо у випадку внесення підвищених норм барди, що свідчить про послаблення процесів гуміфікації.

Сумарний біологічний показник (СБП) дозволяє узагальнити дані чисельності мікроорганізмів різних груп, оцінити загальний стан мікрофлори ґрунту і порівняти вплив на ґрунт різних фунгіцидів. За внесення барди мелясної в нормі 10 т/га значення СБП, на 14% відхилялося у негативний бік від СБП контрольного ґрунту, який прийнято за 100%. Таке відхилення відповідає слабкому ступеню порушення мікробного ценозу. Дещо нижчим (на 4%) було значення СБП ґрунту, за внесення 20 т/га барди мелясної і на 5% – від внесення 30 т/га барди мелясної. Утім, відхилення, які не перевищують 10% не вважаються суттєвими [13], тому мікробний ценоз у цьому випадку вважається непорушеним.

Нами визначено та проаналізовано кількісний і якісний склад фосформобілізувальних мікроорганізмів, який наведений у таблиці.

Досліджувана барда мелясна виступає головним чином як поживний субстрат для фосформобілізувальних мікроорганізмів, що розчиняють органофосфати і за рахунок цього оптимізують параметри функціонального біорізноманіття та його біологічної активності. Так, за внесення барди їх кількість протягом вегетаційного періоду картоплі зросла на 2,55–8,89 млн КУО / г ґрунту у порівнянні із контролем.

Зростання чисельності мікроорганізмів із збільшенням норми барди мелясної, на нашу думку, пов'язано із більшою кількістю поживного субстрату для забезпечення їх життєдіяльності (табл. 2).

Таблиця 2

Чисельність фосфатмобілізувальних мікроорганізмів та азотобактера

Варіанти досліду	Бактерії, що мобілізують		Азотобактер, %
	мінеральні фосфати ґрунту, млн КУО/г сухого ґрунту	органічні фосфати ґрунту, млн КУО/г сухого ґрунту	
Контроль	7,66	1,30	6,81
Барда – 10 т/га	10,00	3,85	7,53
Барда – 20 т/га	12,18	8,92	22,62
Барда – 30 т/га	15,44	10,19	21,32
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀	7,99	3,61	38,69
НІР _{0,05}	2,07	4,78	5,29

Дія барди мелясної на мікробіоценоз дерново-слабопідзолистого ґрунту, вірогідно, є ще й опосередкована, адже вона, здійснюючи вплив на формування фотосинтетичного апарату, завдяки збільшенню активності фотосинтезу призводить до асиміляції додаткової кількості вуглецю, необхідного для розвитку ризосферних бактерій.

У результаті проведених досліджень щодо впливу застосування барди мелясної як органічного добрива на дерново-підзолистому ґрунті зафіксована чітка залежність між дозою внесеної барди мелясної та інтенсивністю розкладу лляного полотна у двох горизонтах ґрунту (0–20 та 20–40 см) (табл. 3).

У контрольному варіанті (без добрив) інтенсивність розкладу у верхньому шарі становила 81,55%, а в нижньому – 51,40%, що відображає природний рівень активності ґрунтової мікробіоти в умовах відсутності удобрення.

Внесення барди в дозі 10 т /га зумовило незначне підвищення целюлозолітичної активності: до 83,57% у шарі 0–20 см і до 53,01% у шарі 20–40 см. Аналогічний результат було отримано й у варіанті з мінеральним добривом (N₉₀P₇₀K₁₇₀), де показники становили 81,08 і 52,11% відповідно, що вказує на обмежений вплив традиційного мінерального удобрення на біологічну активність ґрунту.

Таблиця 3

Мікробіологічна активність дерново-підзолистого ґрунту при
внесенні барди мелясної

Варіанти досліджу	Шар ґрунту	Інтенсивність розкладу, %
Контроль	0–20	81,55
	20–40	51,40
Барда – 10 т/га	0–20	83,57
	20–40	53,01
Барда – 20 т/га	0–20	89,61
	20–40	67,70
Барда – 30 т/га	0–20	93,75
	20–40	79,15
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀	0–20	61,08
	20–40	52,11

Натомість за внесення барди в дозі 20 т /га зафіксоване суттєве зростання активності мікроорганізмів: інтенсивність розкладу становила 89,61% у верхньому шарі та 67,70% у нижньому, що свідчить про стимуляцію як поверхневої, так і глибинної мікрофлори. Це дозволяє зробити висновок, що така доза створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів-деструкторів завдяки підвищенню вмісту доступного вуглецю й органічних сполук у ґрунті.

Максимальні значення зафіксовано у варіанті з бардою 30 т/га: інтенсивність розкладу досягла 93,75% у шарі 0–20 см і 79,15% у шарі 20–40 см. Такий результат вказує на найвищу біологічну активність у ґрунті, зокрема інтенсивну роботу целюлозолітичної мікробіоти, що має безпосередній зв'язок із процесами мінералізації органіки, утворенням гумусу та поліпшенням структури ґрунту.

Висновки. Отже, результати дослідження підтверджують позитивний вплив мелясної барди на мікробіологічну активність ґрунту. Найбільш ефективною виявилася доза 30 т/га, проте з

урахуванням екологічної доцільності та ризику вторинного засолення доза 20 т/га виглядає оптимальною для збалансованого підвищення врожайності картоплі та покращення біологічного стану ґрунтового середовища. Підвищення целюлозолітичної активності свідчить про активізацію процесів розкладу органічної речовини, що є важливою передумовою відновлення ґрунтового здоров'я і стійкого функціонування агроєкосистеми.

Дослідження показали, що зі зростанням мікробіологічної активності ґрунту, зокрема целюлозолітичної – здатності мікроорганізмів розкласти целюлозу, суттєво підвищується урожайність картоплі.

Це вказує на наявність прямого функціонального зв'язку між інтенсивністю біологічних процесів у ґрунтовому середовищі та продуктивністю рослин. Така залежність є не лише теоретично обґрунтованою, а й практично доведеною.

Такий високий рівень кореляції наочно демонструє ефективність використання мелясної барди як органічного добрива. Її застосування не лише сприяє активізації мікрофлори, здатної до розкладання органічних залишків, а й забезпечує стабільне підвищення врожайності картоплі. Отже, мелясна барда виконує подвійну функцію – агрохімічну (покращення живлення рослин) і біологічну (стимуляція біологічної активності ґрунту).

Зростання целюлозолітичної активності мікрофлори як маркера біологічного стану ґрунту, є важливим результатом. Цей показник є непрямым індикатором активності мікроорганізмів-деструкторів, які беруть участь у трансформації органічної речовини та гумусоутворенні. Найвищі значення інтенсивності розкладу лляного полотна (93,75% у верхньому горизонті) свідчать про суттєве посилення мікробіологічної діяльності. Це підтверджують міжнародні дослідження, що свідчать, що побічні продукти цукрової та спиртової промисловості можуть служити стимуляторами мікробіологічного життя у ґрунті, зокрема завдяки покращенню вуглецевого живлення мікробіоти.

Іншою важливою особливістю є те, що внесення барди не лише впливає на агрономічні показники, а й формує функціональний ґрунтовий мікробіом. Ключовим показником «здоров'я ґрунту» є саме його мікробіологічна активність. У нашому дослідженні підтверджено, що активізація целюлозолітичної мікрофлори є надійним індикатором поліпшення біологічного стану ґрунту.

1. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія. Київ : Арістей, 2006. 284 с.
2. Журавель М. Ю., Найдьонова О. Є., Яременко В. В. Застосування біологічних показників для визначення агроекологічного стану рекультивованих ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство* : тіжвід. тем. наук. зб. 2015. Харків : ННЦ «ІґА ім. О.Н. Соколовського», 2015. Вип. 84. С. 80–88. URL: <http://agrochemsoilsci.org/84/84-10.html> (дата звернення: 02.09.2025).
3. Волков В. П., Переверзева А. В., Полякова О. І. Управління якістю ґрунтів в ЄС та Україні. *Ефективна економіка*. 2020. № 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.9.4>.
4. Schlotera M., Dillyb O., Munch J. C. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2009. No 99. P. 255–265. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00085-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00085-9)
5. Schieber J., Lair G. J., Blum W. E. H. Indicators for the definition of land quality as a basis for the sustainable intensification of agricultural production. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015. Vol. 3. Issue 1. P. 42–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.003>.
6. Simplified performance assessment methodology for addressing soil quality of nature-based solutions / R. Bouzoudja, B. Béchet, J. Hanzlikova[et al. *Journal of Soils and Sediments*. 2021. Vol. 21. P. 1909–1927. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02731-y>.
7. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / Андріюк К. та ін. Київ : Обереги. 2001.
8. Sun X., Zhu L., Wang J., Wang J., Su B., Du Z., Guo P. Effects of endosulfan on the populations of cultivable microorganisms and the diversity of bacterial community structure in brunisolic soil. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2017. Vol. 228(4). P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3357-x>.
9. Guanghua W., Junjie L., Xiaoning Q. et al. Effects of fertilization on bacterial community structure and function in a black soil of Dehui region estimated by Biolog and PCR-DGGE methods. *Acta Ecologica Sinica*. 2008. Vol. 28, Issue 1. Pp. 220–226.
10. Parham J. A., Deng S. P., Da H. N., Sun H. Y., Raun W. R. Long-term cattle manure application in soil. II. Effect on soil microbial populations and community structure. *Biol Fert Soils*. 2003. Vol. 38. P. 209–215. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0657-7>
11. Ed-Haun Chang, Ren-Shih Chung, Yuong-How Tsai. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2007. № 53. P. 132–140. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00122.x>
12. Гнидюк В. С. Вплив органічного добрива Біоферм на екологічні, біологічні і агрохімічні властивості ґрунтів та продуктивність пшениці озимої. *Збалансоване природокористування. Екологічна безпека*. 2012. № 2. С. 98–103.
13. Гетьман Я. В., Найдьонова О. Є. Динаміка чисельності мікроорганізмів у ґрунтовій масі чорнозему опідзоленого після обробки фунгіцидами різного походження. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2023. Вип. 95. С. 47–59. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss95-05>.
14. Martinez M., Gutiérrez-Romero V., Jannsens M., Ortega-BluR. Biological soil quality indicators: a review. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology* / A. Mendes-Vilas (Ed.). 2010. P. 319–328. URL: https://www.researchgate.net/publication/285738755_Biological_soil_quality_indicators_a_review (дата звернення: 05.09.2025).
15. Naydyonova O. E., Baliuk S. A. Biological degradation of Chernozems under irrigation. *Eurasian Journal of Soil Science*. 2014. Vol. 3(4). P. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.87170>.

REFERENCES:

1. Iutynska H. O. Gruntova mikrobiologhiia. Kyiv : Aristei, 2006. 284 s.
2. Zhuravel M. Yu., Naidonova O. Ye., Yaremenko V. V. Zastosuvannia biolohichnykh pokaznykiv dlia vyznachennia ahroekolohichnoho stanu rekultyvovanykh gruntiv. *Ahrokhimiia i gruntoznnavstvo* : mizhvid. tem. nauk. zb. 2015. Kharkiv : NNTs «IGA im. O.N. Sokolovskoho», 2015. Vyp. 84. S. 80–88. URL: <http://agrochemsoilsci.org/84/84-10.html> (data zvernennia: 02.09.2025).
3. Volkov V. P., Pereverzieva A. V., Poliakova O. I. Upravlinnia yakistiu gruntiv v YeS ta Ukraini. *Efektivna ekonomika*. 2020. No 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.9.4>.
4. Schlotera M., Dillyb O., Munch J. C. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2009. No 99. P. 255–265. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00085-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00085-9).
5. Schiefer J., Lair G. J., Blum W. E. H. Indicators for the definition of land quality as a basis for the sustainable intensification of agricultural production. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015. Vol. 3. Issue 1. P. 42–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.003>.
6. Simplified performance assessment methodology for addressing soil quality of nature-based solutions / R. Bouzoudja, B. Béchet, J. Hanzlikova [et al.]. *Journal of Soils and Sediments*. 2021. Vol. 21. P. 1909–1927. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02731-y>.
7. Funktsionuvannia mikrobykh tsenoziv gruntu v umovakh antropohennoho navantazhennia / Andriiuk K. ta in. Kyiv : Oberehy. 2001.
8. Sun X., Zhu L., Wang J., Wang J., Su B., Du Z., Guo P. Effects of endosulfan on the populations of cultivable microorganisms and the diversity of bacterial community structure in brunisolic soil. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2017. Vol. 228(4). P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3357-x>.
9. Guanghua W., Junjie L., Xiaoning Q. et al. Effects of fertilization on bacterial community structure and function in a black soil of Dehui region estimated by Biolog and PCR-DGGE methods. *Acta Ecologica Sinica*. 2008. Vol. 28, Issue 1. Pp. 220–226.
10. Parham J. A., Deng S. P., Da H. N., Sun H. Y., Raun W. R. Long-term cattle manure application in soil. II. Effect on soil microbial populations and community structure. *Biol Fert Soils*. 2003. Vol. 38. P. 209–215. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0657-7>.
11. Ed-Haun Chang, Ren-Shih Chung, Yuong-How Tsai. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2007. № 53. P. 132–140. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00122.x>.
12. Hnydiuk V. S. Vplyv orhanichnoho dobryva Bioproferm na ekolohichni, biolohichni i ahrokhimichni vlastyvoli gruntiv ta produktyvnist pshenytsi ozymoi. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia. Ekolohichna bezpeka*. 2012. № 2. S. 98–103.
13. Hetman Ya. V., Naidonova O. Ye. Dynamika chyselnosti mikroorhanizmiv u gruntovii masi chornozemu opidzolenoho pislia obrobky funhitsydami riznoho pokhodzhennia. *Ahrokhimiia i gruntoznnavstvo*. 2023. Vyp. 95. S. 47–59. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss95-05>.
14. Martinez M., Gutiérrez-Romero V., Janssens M., Ortega-BluR. Biological soil quality indicators: a review. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology* / A. Mendes-Vilas (Ed.). 2010. P. 319–328. URL: https://www.researchgate.net/publication/285738755_Biological_soil_quality_indicators_a_review (data zvernennia: 05.09.2025).
15. Naydyonova O. E., Baliuk S. A. Biological degradation of Chernozems under irrigation. *Eurasian Journal of Soil Science*. 2014. Vol. 3(4). P. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.87170>.

Havryliuk V. A. [1; ORCID ID: 0000-0003-3923-0842],

Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Fellow,
Acting Director,

Naidonova O. Ye. [2; ORCID ID: 0000-0002-8568-5699],

Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Senior Research Fellow,

Kovalchuk N. S. [3; ORCID ID: 0000-0003-2495-7731],

Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor

¹*Polissya Research Station of National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky», Lutsk*

²*National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky», Kharkiv*

³*National University of Water and Environmental Engineering, Rivne*

STATE OF MICROBIAL COENOSES OF SODIUM-PODZOL SOIL UPON APPLICATION OF MOLASSES BARD

The article presents a comprehensive analysis of the current state and abundance of bacteria and micromycetes in the soil mass of sod-podzolic soils of Western Polissya with the application of molasses bard. Under vegetation conditions, the effect of different rates of application of molasses bard as organic fertilizers on the state of microbial coenoses of sod-podzolic soils was studied. The soil mass was taken from the arable soil layer on a plot without fertilizers, field research of the Polissya Research Station of the National Scientific Center "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky" on the territory of the Kolky Central Agricultural Research Center (village Kolky, Lutsk district, Volyn region). During 90 days of composting at a constant temperature, changes in the state of microbial communities, in particular soil micromycetes, were assessed in comparison with untreated soil. The state of microflora was monitored during the study period according to the parameters of the number of microorganisms of various ecological-trophic and taxonomic groups, the total biological index (SBI) and indicators reflecting the functional state of microbial coenoses (indicators of oligotrophicity, mineralization, the coefficient of microbial transformation of soil organic matter (MTORG). On the ninetieth day, the number of microflora (according to the total biological index), when applying 20 t/ha of molasses, in the soil was 90% of the control values, and in the soil, when applying mineral fertilizers – 83%. The number of micromycetes grew best when using molasses in the norm of 30 t/ha. Given the important role of soil micromycetes in the functioning of soils, a decrease in their number under

conditions of intense anthropogenic load and the intensification of this process by global climate change may negatively affect many soil-biological processes, in particular the decomposition of plant residues and the subsequent transformation of organic matter, as well as the phytosanitary state of the soil. Therefore, it is necessary to conduct constant monitoring of the state of soils, which will be an effective mechanism for increasing the climate stability of agricultural landscapes.

Keywords: soil; Western Polissya; microbial communities; micromycetes; functional state of the soil microbial coenosis.

Отримано / Received: 25.04.2026
Прийнято до друку / Accepted: 27.05.2026
Опубліковано / Published: 29.05.2026

