

ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ГРУНТУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

Т. О. ХОМЕНКО, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-4095-3706>

E-mail: volyata@gmail.com

О. Л. ТОНХА, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-0677-5494>

E-mail: Oksana16095@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.005](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.005)

Анотація. Екологічний стан агроєкосистем та здоров'я ґрунту визначається рівнем його біологічної активності. Одним з основних елементів біологізації сучасного землеробства є застосування біодобрих, основу яких складають живі культури і продукти метаболізму мікроорганізмів. Мета досліджень полягала у оцінці біорізноманіття мікробного комплексу та біологічної активності дерново-підзолистого ґрунту за застосування біодеструктору Екостерн в органічній технології вирощування картоплі в умовах Західного Полісся. В роботі використовували лабораторні, математико-статистичні методи, числовий індекс активності та біорізноманітності ґрунтових мікроорганізмів розраховували з використанням технології Biotrex. Було встановлено, що застосування біодеструктора Екостерн сприяло зростанню індексу екофізіологічного біорізноманіття, що позитивно сприятиме процесам керованої деградації органічних решток, гумусотворенню, збільшенню доступності поживних речовин у ґрунті. Рівень показника був в діапазоні від очікуваного до високого біорізноманіття. Біодеструктор Екостерн мав позитивний вплив на чисельність вільноживучих діазотрофів, які здатні фіксувати атмосферний азот на 41-192 %, педотрофів на 72-181 % і мікроорганізмів, які використовують органічні форми азоту на 16-36 %. Показник біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів та загальна кількість бактерій у фазу сходів на 30% знижувалась, що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів за впливу біодеструктора.

Біодеструктор Екостерн є класичним заходом для стимулювання біорізноманіття та пригнічення розвитку патогенів за органічної технології вирощування картоплі на дерново-підзолистих ґрунтах в умовах Західного Полісся. Перспективним напрямом дослідження є подальший розвиток використання біостимуляторів позакоренево для підвищення біологічної активності ґрунту і продуктивності картоплі.

Ключові слова: ґрунт, картопля, біодеструктор, біологічна активність, біорізноманіття, органічна технологія

Актуальність. Інтенсивне агровиробництво (обробіток ґрунту, удобрення, пестициди, регулятори та стимулятори росту рослин, тощо) призводить до зниження продуктивності земельних ресурсів, розвитку деградаційних процесів в ґрунтах, порушення структурно-функціональних зв'язків між окремими об'єктами агроєкосистеми. Під впливом цих процесів структура мікробіоти ґрунту трансформується в часі, на це накладається сезонна динаміка та сукцесійні зміни кількісного та якісного складу, спрямованості та інтенсивності мікробних процесів (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019).

Трендом останніх років за дослідженнями Wang та ін. (2023) є екологізація землеробства, яка передбачає заборону застосування мінеральних добрив та хімічних засобів, раціональне використання природних ресурсів. При цьому відбувається відновлення біологічної активності ґрунту, збільшення вмісту органічної речовини, азоту і фосфору (Wang et al., 2023). Потреба культур в елементах живлення забезпечується завдяки ґрунтовій родючості та використанню мікробіологічних препаратів, стимуляторів росту.

При цьому важливо оцінити біологічну активність ґрунту за органічних технологій вирощування картоплі та підібрати заходи із забезпечення формування максимальної біопродуктивності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ґрунт є основним самовідновлюваним ресурсом, в якому формується біологічне різноманіття живих організмів. За дбайливого і оптимізованого використання якого можна без зайвих витрат збільшити врожайність і поліпшити якість вирощеної продукції (Van der Heijden, Bardgett, van Straalen, 2008).

Важливою складовою ґрунту, яка сприяє формуванню його врожайності та здоров'я є мікроорганізми. Ґрунтова мікробіота відіграє фундаментальну роль у постачанні екосистеми і є відповідальною за виконання багатьох важливих функцій, таких як вивільнення поживних речовин з органічної речовини ґрунту, формування та підтримання структури ґрунту, вплив на хімізм та родючість ґрунту (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019; Wang et al., 2023; Писаренко, Тараненко, Тараненко, 2013). Мікробні угруповання ґрунту є складними системами взаємодіючих організмів, надзвичайно різноманітними і численними за кількістю видів, функціональною складовою та екологічною роллю у навколишньому природньому середовищі (Raaijmakers et al., 2009).

За впливу природних та антропогенних чинників ґрунтовий мікробіом постійно знаходиться в динаміці, в наслідок чого

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

відбувається зміна біорізноманіття, його структури, швидкості та вектор біохімічних процесів, які вони здійснюють. Використання земель як сільськогосподарських угідь супроводжується багаторазовими механічними обробками та проходами важкої енергонасиченої техніки, водно-хімічними меліораціями та іншими техногенними навантаженнями, що призводять до фізичної деградації — переуцільнення ґрунту, а це спричиняє порушення у роботі ґрунтових мікроорганізмів (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012).

Для підтримки біологічної активності ґрунту, яка є визначальним показником екологічного стану агроєкосистем активно впроваджуються елементи біологізації, серед яких внесення органічних добрив, застосування сидератів, підбір сівозмін та внесення біопрепаратів на основі мікроорганізмів (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012; Гадзало та ін., 2017; Patyka, Kolodjzhnyi, Borko, 2016). Одним з основних елементів біологізації сучасного землеробства є застосування біодобрив, основу яких складають живі культури і продукти метаболізму мікроорганізмів. Вони екологічно безпечні, оскільки створені на основі мікроорганізмів і виділені із природних об'єктів (Гончар & Патика, 2022).

На сьогодні в Україні розроблено широкий спектр біологічних

препаратів на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії, зростає кількість пропонованих біологічних препаратів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту, захист від шкідників та отримання високих врожаїв (Кіроянц, 2019; Патика, 1996; Сметанко, Бурикіна, Кривенко 2018; Erdemci, 2021).

Дослідженнями Гончар та ін. показано позитивний вплив бактерій *Bacillus subtilis* на фотосинтетичний апарат пшениці озимої, стимуляцію системи життєдіяльності рослин, виявляють фосфатазну активність, фіксують азот атмосфери, покращують фітосанітарні умови вирощування і гальмують розвиток фітопатогенних мікроорганізмів (Гончар & Патика, 2022).

У наукових працях О. В. Сметанко (2018) представлено, що застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє зниженню норм мінеральних добрив, зростанню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції (Сметанко, Бурикіна, Кривенко, 2018).

Робота С. Ф. Козар (2005) демонструє дані щодо збільшення популяції основних екологічно-трофічних груп мікроорганізмів та поліпшення поживного режиму ґрунту внаслідок використання біологічних препаратів у технології вирощування зернових культур

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

(Козар, 2005). Біологічні препарати містять живі бактерії, які здатні розмножуватися в ґрунті та на коренях рослин, поліпшують їх ріст і розвиток, підвищують врожайність та якість зерна (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012; Чайковська, 2007; Yang et al., 2020; Erdemci., 2021; Vessey, 2003; Волкогон та ін., 2012; Екостерн класичний – деструктор стерні).

Застосування корисного фітомікробіому у ґрунт за дослідженням Yang et al. (2020) призвело до підвищення врожайності пшениці та дало можливість зменшити кількість хімічних добрив, підвищити доступність фосфору та калію в ґрунті (Yang, et al., 2020). У науковій роботі Erdemci (2021) продемонстрував, що інокуляція насіння пшениці корисними штамми мікроорганізмів призвела до покращення росту і збільшення врожайності. Також за використання біодобрив отримано зменшення патогенної мікрофлори в посівах рису, пшениці та кукурудзи (Erdemci, 2021). Тим не менш за дослідженнями Vessey (2003), незважаючи на те, що екзогенні мікробні інокуляції збільшували вміст поживних речовин в ґрунті до 90 днів, їх сприятливий вплив може зменшитися з часом (Vessey, 2003).

Як відомо, біологічний потенціал сільськогосподарських культур оптимально реалізовується залежно від того, наскільки задовольняється її потреби в елементах живлення, теплі,

волозі тощо. З огляду на погіршення клімату в останні роки, для підвищення продуктивності зернових та інших культур необхідно розробити такі прийоми, які б давали змогу підвищувати інтенсивність технологій вирощування відповідно до вимог культури з врахуванням ґрунтових і погодно-кліматичних умов (Волкогон, та ін., 2010).

Отже, зважаючи на актуальність і нагальність питання збереження здоров'я ґрунту, оптимізації ґрунтових процесів, підтримки ґрунтового біорізноманіття в представлений роботі було досліджено вплив біодеструктора Екостерн класичний в органічній технології вирощування картоплі в умовах Західного Полісся на числовий індекс активності та біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводилися в умовах Західного Полісся на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту картоплярства НААН України на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, сорт картоплі – Партнер. Досліди були закладені в короткоротаційній сівозміні з такою послідовністю: вико-вівсяна суміш – гірчиця біла на сидерат – картопля, попередник картоплі гірчиця біла на сидерат. Варіанти згідно плану дослідів:

1. Без біодеструктора Екостерн;

2. Біодеструктор Екостерн в дозі 1,2 л/га.

Біодеструктор вносили по сидерату (гірчиця біла) з наступною його заробкою.

Екостерн® класичний – це концентрований препарат, який призначений для розкладання післяжнивних решток сільськогосподарських культур, оздоровлення ґрунту та попередження його деградації. До складу входять мікрорганізми: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus* гриби *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*. Загальне число життєздатних клітин в препараті $2,5 \times 10^9$ КУО/см³ [21].

Об'єкт дослідження – показники біологічної активності та чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів дерново-підзолистого супіщаного ґрунту.

Числовий індекс активності та біорізноманітності ґрунтових мікроорганізмів розраховували використовуючи технологію Biotrex з використанням системи BIOLOG. Вона пропонує всебічне уявлення про мікробну продуктивність ґрунту шляхом вимірювання біохімічних процесів використовуючи мікропланшети EcoPlate, які складаються з 32 лунок, 31 з яких містить різний набір органічних речовини, джерел вуглецю і 1 - воду. Після 48 годин інкубації фіолетове забарвлення в лунках вказує на

інтенсивність процесів метаболізму у кожній лунці (BIOTREX: New biological indicator).

Загальну чисельність ґрунтових мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали за загальноприйнятими методами (РМ.УЛ.5.4–23 Визначення чисельності еколого-трофічних груп, ДСТУ ISO 14240–2:2003 Якість ґрунту, 2003). Так, амоніфікуючі бактерії ураховували на м'ясопептонному агарі (МПА), спороутворювальні бактерії – на МПА з сушлом після прогріву при 75°C протягом 20 хвилин, бактерії, що використовують мінеральний азот – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), *Azotobacter* – на середовищі Федорова за методом обростання грудочок ґрунту, мікроміцети – на середовищі Чапека, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА).

Результати дослідження. Індекс Biotrex є показником як активності, так і біорізноманіття мікробіому. Інтерпретація індексу здійснюється разом з екофізіологічним індексом біорізноманіття. Для кожного показника Biotrex існує очікуваний діапазон біорізноманіття – бали мікробної ефективності: 410,000-500,000 – дуже високий, 320,000 - 410,000 – високий, 260,000-320,000 – помірний, 200,000-260,000 – низький, 140,000-200,000 – дуже низький. Індекс екофізіологічного різноманіття характеризує рівномірність використання

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

субстрату з лунок пластини мікроорганізмами, він походить від відомого індексу Шеннона. Чим вище число, тим рівномірніше субстрати споживаються мікробіомом. Максимальний індекс 10, але це неможливо в природному ґрунті, оскільки це ідеальне використання всіх субстратів. Якщо субстрат (ґрунт) не використовується, індекс дорівнюватиме 0 (стерильний ґрунт). Загальний науковий консенсус полягає в тому, що чим більший індекс різноманітності, тим стабільнішим, стійкішим та

здоровішим є мікробіом ґрунту. Згідно результатів тесту Biotrex було відмічено збільшення біорізноманіття ґрунтів за застосування препарату Екостерн. У зразках ґрунту №1 без Екостерну індекс екофізіологічного різноманіття становив 6,84, тоді як з біодеструктором (зразок №2) – 7,23 (рис.1.). Це підтверджує позитивний вплив біодеструктора на ґрунтове біорізноманіття, яке стимулюватиме розкладання рослинних решток, активізуватиме гумусотворення та сприятиме накопичуванню поживних речовин в ґрунті.



Рис. 1. Індекс екофізіологічного біорізноманіття

Оцінка Biotrex 31, презентує міру мікробної активності ґрунту, отриманої на основі аналітичних результатів. Ця шкала продуктивності (рис.2.) була встановлена на основі

аналізу понад 20 000 зразків ґрунту. Впроваджено систему інтерпретації з кольоровим кодуванням, щоб результати були легко зрозумілими.

BIOTREX Score scale

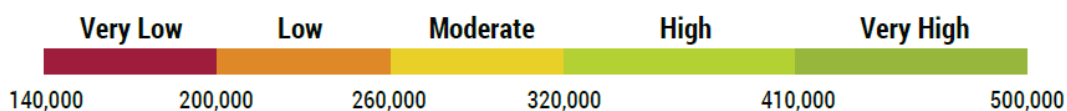


Рис 2. Шкала Biotrex 31

Дуже високий показник Biotrex (410 000 - 500 000), чудовий стан ґрунту.

Високий показник Biotrex (320 000 - 410 000), ґрунт має здоровий баланс мікробної активності.

Помірний показник Biotrex (260 000 - 320 000), ґрунт знаходиться на середньому рівні здоров'я, сигналізуючи про необхідності відновлювальних робіт для покращення.

Низький показник Biotrex (200 000 - 260 000), низька мікробна активність, тип ґрунту, який часто зустрічається в інтенсивному сільському господарстві, знаходиться під загрозою подальшої деградації.

Дуже низький показник Biotrex (140 000 - 200 000), ґрунту з бідним ґрунтовим біорізноманіттям

мікроорганізмів, представляє складний сценарій, який вимагає довгострокових регенеративних підходів.

Згідно оцінки Biotrex помітно, що застосування біодеструктора знизило біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів, показник за дії біодеструктора знизився на 69,373 бали порівняно з контролем (рис.3.), що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів під впливом біодеструктора Екостерн.



Рис. 3. Графік ґрунтової мікробної ефективності (Biotrex індекс)

Для кожного показника Biotrex існує діапазон показників біорізноманіття:

1. Очікуване біорізноманіття;
2. Неочікувано високе біорізноманіття;
3. Неочікувано низьке біорізноманіття.

На підставі отриманих результатів було розраховано діапазон біорізноманіття, за внесення біодеструктора Екостерн спостерігалася тенденція до зростання від діапазону очікуваного біорізноманіття до високого біорізноманіття (рис. 4.).

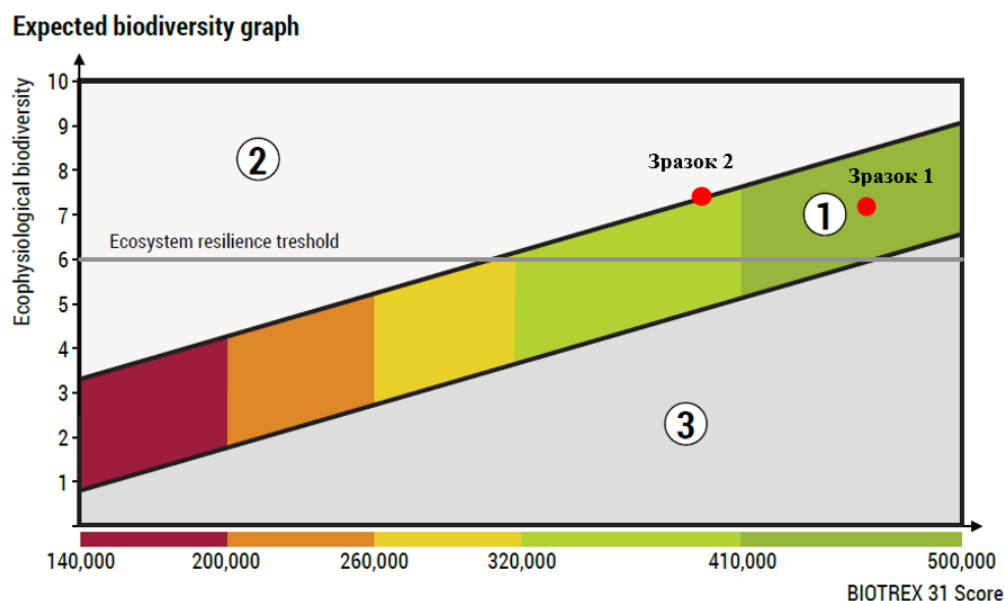


Рис.4. Графік очікуваного біорізноманіття

Чисельність мікроорганізмів (показник біогенності ґрунту) суттєво змінюється під впливом навколишнього середовища упродовж незначних проміжків часу в залежності від його температури, вологості, стану рослинного покриву тощо. Склад і кількість мікроорганізмів тісно пов'язані із середовищем їх існування та глибиною досліджуваного шару ґрунту (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019; Wang et al., 2023; Van der Heijden et al., 2023; Писаренко, Тараненко, Тараненко, 2023).

Оцінка і прогнозування біологічного стану ґрунту являє одну з провідних частин аналізу родючості.

Чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті за використання біодеструктора наведено у табл.1.

Аналізуючи динаміку чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті необхідно зазначити, що для загальної кількості бактерій, спороутворюючих найвищі значення на 33-92 % отримано у фазу сходів порівняно з цвітінням і досяганням. Решта показників (чисельність *Azotobacter*, оліготрофів, педотрофів, амоніфікуючих, амілолітичних) мали найвищі значення у фазу цвітіння.

1. Зміна чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті за використання біодеструктора (середнє за 2021-2023 рр.), млн. КУО в 1 г а.с.г.

Показники	Варіант	Стадія розвитку картоплі		
		сходи	цвітіння	достигання
Загальна кількість бактерій	1	23,12±1,15	11,29±0,89	10,96±0,56
	2	16,13±1,03	12,38±0,73	12,11±0,64
Спороутворюючі	1	0,77±0,09	0,51±0,07	0,34±0,04
	2	0,72±0,11	0,54±0,04	0,38±0,04
<i>Azotobacter</i>	1	0,52±0,09	1,11±0,23	1,23±0,18
	2	1,53±0,14	2,3±0,18	1,68±0,14
Оліготрофи	1	22,94±0,43	36,09±0,43	18,75±0,28
	2	16,15±0,23	17,42±0,24	27,29±0,3
Педотрофи	1	12,46±0,23	12,84±0,21	19,01±0,28
	2	21,51±0,31	35,64±0,43	18,06±0,34
Амоніфікуючі	1	3,42±0,28	10,84±0,09	12,7±0,28
	2	3,42±0,19	14,67±0,28	14,69±0,23
Амілолітичні	1	9,95±0,34	14,49±0,31	3,83±0,41
	2	5,89±0,26	12,31±0,14	6,66±0,18

Бактерії *Azotobacter* є вільноживучими діазотрофами, які здатні фіксувати атмосферний азот, але зазвичай не вступають в симбіотичні відносини з рослинами (Кордулян, Гунчак, Соломійчук, 2019). Використання біодеструктора Екостерн (варіант 2) мало достовірний вплив на чисельність *Azotobacter*, підвищення порівняно з варіантом без біодеструктора у фазу сходів картоплі становило 192 %, цвітіння 107 та 41 % достигання.

Чисельність педотрофів у дерново-підзолистому ґрунті за використання біодеструктора збільшувалась у фазу сходів на 72; цвітіння 181 %; у фазу достигання різниця між варіантами не перевищувала 5 %. Зростання кількості амоніфікуючих становило 16-36 %, амілолітичні тільки у фазу достигання (72 %).

Висновки та перспективи. Спираючись на результати дослідження встановлено, що застосування біодеструктора Екостерн сприяло зростанню індексу екофізіологічного біорізноманіття, що позитивно сприятиме процесам керованої деструкції органічних решток, гумусоутворенню, вивільненню поживних речовин у ґрунт. Показник біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів у дерново-підзолистому ґрунті за дії біодеструктора знизився на 69,373 бали та загальної кількості бактерій у фазу сходів на 30 % порівняно до контролю, що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів. За дії біодеструктора спостерігалася тенденція до зростання від діапазону очікуваного біорізноманіття до високого біорізноманіття.

Застосування біодеструктора Екостерн сприяло підвищенню чисельності вільноживучих діазотрофів, які здатні фіксувати атмосферний азот на 41-192 %, педотрофів на 72-181 % і мікроорганізмів, які використовують органічні форми азоту на 16-36 %.

Список використаних джерел

1. Тонха О.Л., Балаєв А.Д., Піковська О.В. Мікробіологічна оцінка чорнозему реградованого за різних систем удобрення. Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство», [S.I.], v. 10, n. 2, p. 54–61, лип. 2019.

2. Patyka N.V., Sinchenko V.N., Honchar A.N., Patyka T.I. Features of the formation of the structural and functional composition of the microbiome of chernozem virgin in the Steppe of Ukraine/ N.V.Patyka, Mikrobiolohichni Zhurnal Volume 81, 2019, Issue 4. P. 90–106.

3. Wang, Wancai, Yuanying Peng, Yazhen Chen, Shilong Lei, Xiaojun Wang, Taimoor H. Farooq, Xiaocui Liang, Chao Zhang, Wende Yan, and Xiaoyong Chen. 2023. "Ecological Stoichiometry and Stock Distribution of C, N, and P in Three Forest Types in a Karst Region of China." *Plants* 12: 2503. <https://doi.org/10.3390/plants12132503>.

4. Van der Heijden M.G.A., Bardgett R.D., van Straalen N.M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecol. Lett.* 2008. №11(3). P. 296–310.

5. Писаренко П. В., Тараненко С. В., Тараненко А. О. Вибір, обґрунтування та характеристика індикаторів біологічного різноманіття ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. 1: 20-23

6. Raaijmakers J.M., Paulitz T.C., Steinberg C., Alabouvette C., Moëne-Loccoz Y. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil*. 2009. 321. P. 341–361.

7. Berendsen R.L., Pieterse C.M.J., Bakker P.A.H.M. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends Plant Sci.* 2012. 17, N8. P. 478–486.

Перспективним напрямом дослідження є подальший розвиток використання біостимуляторів позакоренево для підвищення біологічної активності ґрунту і продуктивності картоплі.

8. Гадзало Я.М., Пати́ка М.В., Зари́шняк А.С., Пати́ка Т.І. Агроєкологічна інженерія в біоконтролі ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т. 79. № 4 С. 88-109.

9. Patyka N.V., Kolodjashnyi A.Yu., Borko Yu.P. Evaluation of metagenome and detection of the functionally significant polymorphisms of procaryotes of soil with using the method of pyrosequencing. "Microbial Biodiversity: current problems and solutions". *Materials of Intern. Scientific-practical. Conf. Astana*, 2016. P. 96-101.

10. Гончар А. М., Пати́ка М. В. Вплив бактерій *Bacillus subtilis* на стан і активність фотосинтетичного апарату рослин пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 36. С. 28–35.

11. Кіро́янц М. О. Формування мікробного комплексу чорнозему типового в агрофітоценозі ячменю ярого за різних систем землеробства. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2019. № 30. С. 39-48.

12. Пати́ка В.П. Напрямки і координація наукових досліджень з ґрунтової мікробіології. *Вісник аграрних наук*. 1996. №6. С. 5–10.

13. Сметанко О.В., Бурикіна С.І., Кривенко А.І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №8 (785). Ст. 33-37.

14. Козар С.Ф. Біологічна ефективність комплексного застосування мікробних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. Чернігів*. 2005. Вип. 1-2. С. 86-94.

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

15. Повх О.В. Стан мікробіоценозу дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом органічних добрив та мікробіологічних препаратів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 3. С. 61–64.

16. Чайковська В. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2007. № 1. С. 75–81.

17. Yang WL, Gong T, Wang JW, Li GJ, Liu YY, Zhen J, et al. Effects of compound microbial fertilizer on soil characteristics and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). *Soil Sci Plant Nutr.* 2020;20(4):2740–8. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00340-9>.

18. Erdemci I. Effects of seed microbial inoculant on growth, yield, and nutrition of durum wheat (*Triticum durum* L). *Commun Soil Sci Plant Anal.* 2021;52(7):792–801. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1869764>.

19. Vessey JK. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 2003;255(2):571–86. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.

20. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. Вокогона В. В.. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.

21. Екостерн класичний – деструктор стерні. Режим доступу: URL: <https://btu-center.com/promisloviy-sektor/roslinnitstvo/b-odestruktori/ekostern/>.

22. BIOTREX: New biological indicator for soil health. Режим доступу: <https://biotrex.eu/>

23. РМ.УЛ.5.4–23 Визначення чисельності еколого–трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів.

24. ДСТУ ISO 14240–2:2003 Якість ґрунту. Визначення ґрунтової мікробної біомаси. Частина 2. Фумігаційно–екстракційний метод.

25. Кордулян Ю. В., Гунчак М. В., Соломійчук М. П. Вплив біопрепаратів на показники урожайності та рентабельності картоплі. *Картоплярство*. 2019. Вип.44. С. 151–159.

26. Kass D. L., Drosdoff M., Alexander M. (1971). Nitrogen Fixation by *Azotobacter*

paspali in Association with Bahiagrass (*Paspalum notatum*). *Soil Science Society of America Journal* (35): 286–289.

27. Хоменко Т.О., Тонха О.Л., Піковська О.В. Вплив біопрепаратів на мікробіологічну активність дерново-підзолистого ґрунту за вирощування картоплі столової. *Рослинництво та ґрунтознавство*. Том 13. 31. 2022.

References

1. Tonkha, O. L., Balaev, A. D., & Pikovska, O. V. (2019). Microbiological evaluation of the chernozem regraded by different fertilizer systems. *Plant and soil science*, 10(2), 54–61. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.054>.

2. Patyka, N. V., Tonkha, O. L., Sinchenko, V. N., Honchar, V. N., & Patyka, T. I. (2019a). Features of the Formation of the Structural and Functional Composition of the Microbiome of Chernozem Virgin in the Steppe of Ukraine. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 81(4), 90–106. <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.04.090>.

3. Wang, W., Peng, Y., Chen, Y., Lei, S., Wang, X., Farooq, T. H., Liang, X., Zhang, C., Yan, W., & Chen, X. (2023). Ecological Stoichiometry and Stock Distribution of C, N, and P in Three Forest Types in a Karst Region of China. *Plants*, 12(13), 2503. <https://doi.org/10.3390/plants12132503>.

4. van der Heijden, M. G. A., Bardgett, R. D., & van Straalen, N. M. (2008). The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11(3), 296–310. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01139.

5. Pysarenko, P. V., Taranenko, S. V., & Taranenko, A. O. (2013). Vybir, obgruntuvannia ta kharakterystyka indykatoriv biolohichnoho riznomanittia gruntu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (1), 20–23. doi:10.31210/visnyk2013.01.04.

6. Raaijmakers, J. M., Paulitz, T. C., Steinberg, C., Alabouvette, C., & Moënne-Loccoz, Y. (2008). The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1–2), 341–361. doi:10.1007/s11104-008-9568-6.

7. Dayo-Olagbende, Gabriel Olufemi, Solomon Alaba Adejoro, Babatunde Sunday

Ewulo, and Moses Adeyemi Awodun (2019) Effects of Oxidation-Reduction Potentials on Soil Microbes. *Agricultura*, no. 1-2 35–42. <http://dx.doi.org/10.18690/agricultura.16.1-2.35-42.2019>.

8. Cheng, C., D. Zhao, D. Lv, S. Li, and G. Du. Comparative study on microbial community structure across orchard soil, cropland soil, and unused soil. *Soil and Water Research*, 12, No. 4 (October 9, 2017): 237–45. <http://dx.doi.org/10.17221/177/2016-swr>.

9. Patyka N.V., Kolodjashnyi A.Yu., Borko Yu.P. Evaluation of metagenome and detection of the functionally significant polymorphisms of procaryotes of soil with using the method of pyrosequencing. "Microbial Biodiversity: current problems and solutions". *Materials of Intern. Scientific-practical. Conf. Astana*, 2016. P. 96-101.

10. Honchar A., Tonkha O., Patyka N., Lykholat Y., Patyka T. Morphological and physiological-biochemical variability of isolates of spore-forming bacteria selected from the agrocenosis of winter wheat. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. №12(4). C. 588–593. DOI: <https://doi.org/10.15421/022180>.

11. Kirovants, M., Patyka, T., & Patyka, M. (2020). Phylogenetic analysis of dominant microorganisms of the genera *Bacillus* and *Phyllobacterium* isolated from the rhizosphere of spring barley. *Bulletin of Agrarian Science*, 98(5), 48-53.

12. Patyka, V. P. (1996). Directions and coordination of scientific research on soil microbiology. *Bulletin of Agrarian Science*, (6), 5-9.

13. Smetanko, O. V., Burykina, S. I., & Kryvenko, A. I. (2018). The influence of elements of biologization of the cultivation of winter wheat on different backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*, (8), 33-37.

14. Povh, O. V., & Merlenko, I. M. (2013). The state of microbiocenosis of sod-podzolic sandy soil under the influence of organic fertilizers and microbiological preparations. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Series: Agronomy and biology, (3), 61-64.

15. Yang, WL, Gong, T, Wang, JW, Li, GJ, Liu, YY, Zhen, J, et al. (2020) Effects of compound microbial fertilizer on soil characteristics and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). *Soil Sci Plant Nutr.*; 20(4):2740–8. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00340-9>.

16. Erdemci, I. (2021) Effects of seed microbial inoculant on growth, yield, nutrition of durum wheat (*Triticum durum* L). *Commun Soil Sci Plant Anal.*;52(7):792–801. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1869764>.

17. Vessey, JK. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*. 2003; 255(2): 571–86. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.

18. Chung, Y. Anny, and Jennifer A. Rudgers. "Plant–soil feedbacks promote negative frequency dependence in the coexistence of two aridland grasses." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283, no. 1835 (July 27, 2016): 20160608. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0608>.

19. DSTU 4287:2004. (2005). Soil quality. Sampling of samples. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine.

20. Products catalog. Living Earth. (2022). Retrieved from <https://zhyvazemlia.com/ua/td0017067-m-kohelp-mycohelp-kompleksniy-b-opreparat-z-r-stimulyuyuchoyu-ta-antifungalnoyud-yu-fasuvannya-0-5-ua>.

21. Regoplant. (2021) Agrobiotech. Mode of access to the resource. Retrieved from <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/regoplant>.

22. RM.UL.5.4–23 Determination of the number of eco-trophic groups of soil microorganisms.

23. DSTU ISO 14240–2:2003 Soil quality. Determination of soil microbial biomass. Part 2. Fumigation and extraction method.

24. Kordulyan, Yu.V., Gunchak, M.V., Solomiychuk, M.P. (2019) The effect of biological preparations on the productivity and profitability of potatoes. *Potato farming*. 2019. Issue 44. P. 151-159.

ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF DERNO-PODZOLIC SOIL USING ORGANIC TECHNOLOGIES FOR POTATO CULTIVATION**T. Khomenko, O. Tonkha**

Abstract. *The ecological state of agroecosystems and soil health is determined by the level of its biological activity. One of the main elements of the biologization of modern agriculture is the use of biofertilizers, which are based on live cultures and metabolic products of microorganisms. The aim of the research was to assess the microbial complex biodiversity and the biological activity of Podzolic soil using the bio-destructor Ecostern in organic potato cultivation under the conditions of Western Polissia. The study employed laboratory, mathematical-statistical methods, and the numerical index of activity and biodiversity of soil microorganisms was evaluated using Biotrex technology. It was established that the use of the Ekostern biodestructor contributed to the growth of the ecophysiological biodiversity index, which will positively contribute to the processes of controlled destruction of organic residues, humus formation, and increase the availability of nutrients in the soil. The level of the indicator was in the range from expected to high biodiversity. Biodestructor Ekostern had a positive effect on the number of free-living diazotrophs, which are able to fix atmospheric nitrogen by 41-192%, pedotrophs by 72-181%, and microorganisms that use organic forms of nitrogen by 16-36%. The indicator of the biological activity of soil microorganisms and the total number of bacteria during the seedling phase decreased by 30%, which can be explained by the reduction in the activity of pathogenic microorganisms under the influence of the bio-destructor.*

Biodestructor Ecostern is a classic measure for stimulating biodiversity and suppressing the development of pathogens in organic potato cultivation on Podzolic soils in the conditions of Western Polissia. A promising direction for research is the further development of the use of foliar biostimulants to enhance soil biological activity and potato productivity.

Key words: soil, potato, biodestructor, biological activity, biodiversity, organic technology