



УДК 631.879:631.461.2:635.21
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.9>

ВПЛИВ БАРДИ МЕЛЯСНОЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОЦЕНОЗУ КАРТОПЛІ ТА БІОЛОГІЧНИЙ СТАН ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Р. Я. Мелимука¹, А. В. Долюк²

У сучасних умовах трансформації аграрного виробництва, спричиненої змінами клімату та зростанням вартості мінеральних добрив, питання впровадження екологічно безпечних і економічно доцільних органічних добрив набуває особливої актуальності. Одним із перспективних шляхів у цьому напрямі є використання побічних продуктів харчової та спиртової промисловості, зокрема барди мелясної – органічної рідини, що містить комплекс мікро- та макроелементів, біологічно активних речовин і залучається в колообіг органічної речовини в агросистемах. У роботі висвітлено результати трирічного польового дослідження (2022–2024 роки), спрямованого на вивчення впливу барди мелясної як добрива на продуктивність агроценозу картоплі сорту Беллароза та біологічний стан дерново-підзолистого ґрунту на території Західного Полісся України.

Барду застосовували у трьох дозах (10, 20 та 30 т/га), порівнювали результати з контролем (без добрив) і традиційною мінеральною системою удобрення (N90P70K170). У процесі дослідження проводили біометричні вимірювання, оцінювали врожайність, а також визначали один із провідних мікробіологічних індикаторів – целюлозолітичну активність, за розкладом лляного полотна у ґрунтових горизонтах.

Установлено, що застосування барди в дозах 20–30 т/га суттєво покращує біометричні параметри бульб (зростання маси на 21–34%, діаметра – на 17,2–27,6%), забезпечує стабільне підвищення врожайності до 25 т/га (приріст на 31,5% порівняно з контролем) та значно активізує мікробіоту ґрунту. За дози 30 т/га інтенсивність розкладу лляного полотна досягла 93,75% у верхньому шарі ґрунту та 79,15% у нижньому, що свідчить про високий рівень мікробіологічної активності. Надійність результатів підтверджено сильними кореляційними зв'язками між досліджуваними показниками: $r = 0,944–0,984$.

Практична цінність полягає в обґрунтуванні доцільності використання барди мелясної як місцевого органічного ресурсу в системах органічного землеробства, з урахуванням балансу між ефективністю та екологічною безпекою. Доза 20 т/га визначена як оптимальна, оскільки забезпечує підвищення врожайності та біологічної активності без ризику вторинного засолення ґрунтів. Отримані результати можуть бути інтегровані у програми сталого управління родючістю ґрунтів у регіонах з легкими за гранулометричним складом і малобуферними ґрунтами.

Ключові слова: органічне добриво, целюлозолітична активність, мікрофлора ґрунту, картопля, дерново-підзолистий ґрунт, продуктивність.

¹ доктор філософії з біології

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

e-mail: r.melymuka22@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2133-5654

² аспірант

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

e-mail: anastasiadoluk@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9849-472

INFLUENCE OF MOLASSES BARD ON POTATO AGROCENOSIS PRODUCTIVITY AND BIOLOGICAL STATE OF SOD-PODZOLIC SOIL

R. Ya. Melymuka, A. V. Doliuk

In the current context of agricultural transformation driven by climate change and rising costs of mineral fertilizers, the implementation of environmentally friendly and economically viable organic fertilizers is becoming increasingly important. One of the promising approaches is the use of by-products from the food and alcohol industries, such as molasses stillage – a liquid organic material rich in macro- and micronutrients, biologically active compounds, and organic matter that contributes to nutrient cycling in agroecosystems. This paper presents the findings of a three-year field study (2022–2024) focused on assessing the impact of molasses stillage as a fertilizer on the productivity of Bellarosa potato agroecocenosis and the biological status of sod-podzolic soil in the Western Polissia region of Ukraine. Stillage was applied at three doses (10, 20, and 30 t/ha), with comparisons made to an unfertilized control and a conventional mineral fertilization scheme (N90P70K170). Throughout the study, biometric parameters were recorded, yield performance was assessed, and one of the key microbiological indicators – cellulolytic activity – was determined by monitoring the decomposition rate of flax fabric in soil horizons.

It was established that the application of stillage at 20–30 t/ha significantly improved tuber biometric indicators (increases in mass by 21–34% and diameter by 17,2–27,6%), ensured a stable yield increase up to 25 t/ha (a 31,5% gain over the control), and notably enhanced soil microbial activity. At the highest dose (30 t/ha), flax decomposition intensity reached 93,75% in the upper soil layer and 79,15% in the lower one, indicating a high level of microbiological function. The reliability of the results was confirmed by strong correlations between fertilizer dose, yield, and microbial activity ($r = 0,944–0,984$). The practical value of the research lies in substantiating the use of molasses stillage as a local organic resource within organic farming systems, balancing agronomic efficiency with environmental safety. A 20 t/ha dose was identified as optimal, as it provides both productivity benefits and improved biological soil function without inducing secondary salinization. The findings can be integrated into sustainable soil fertility management strategies for regions characterized by sandy-textured and low-buffer capacity soils.

Key words: organic fertilizer, cellulolytic activity, soil microflora, potato, sod-podzolic soil, productivity.

Вступ

Сучасна аграрна наука активно працює над розробленням новітніх технологій, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів за мінімального впливу на навколишнє середовище. В умовах глобальних змін клімату, деградації ґрунтів і посилення вимог до сталого землеробства особливо актуальним є пошук альтернативних джерел органічних добрив, які б сприяли збереженню і покращенню ґрунтового балансу. Одним із таких напрямів є використання органічних відходів харчової та агропромислової промисловості, зокрема барди м'ясної, побічного продукту спиртового виробництва, сприяє збереженню і покращенню ґрунтового балансу, а також може бути ефективним на дерново-підзолистих ґрунтах (Гаврилюк та ін., 2018).

Барда м'ясна, що утворюється у процесі виробництва етилового спирту, містить значну кількість органічних і неорганічних компонентів, як-от азот, фосфор, калій, кальцій, магній і сірка, що можуть значно покращити агрохімічні властивості ґрунту, зокрема в дерново-підзолистих ґрунтах, які характеризуються низьким вмістом гумусу та кислою реакцією ґрунтового середовища.

Завдяки цьому використання барди може не лише сприяти підвищенню родючості, але й впливати на структуру ґрунту, водоутримувальну здатність і біологічну активність.

Дослідження використання м'ясної барди в сільському господарстві набули значного поширення у країнах із розвинутою спиртовою промисловістю, де науковці не лише шукали способи утилізації великих обсягів відходів, а й намагалися знайти способи ефективного застосування цих матеріалів для покращення якості ґрунтів. Зокрема, виявлено, що застосування барди в помірних дозах може мати позитивний ефект на підвищення родючості ґрунтів, активізувати ріст рослин, підвищувати їхню стійкість до хвороб і шкідників, оптимізувати доступність макро- і мікроелементів для кореневої системи. Однак варто зазначити, що в разі надмірного використання барди може виникнути ризик засолення ґрунтів, а також зміни кислотно-лужного балансу, що, своєю чергою, негативно позначиться на розвитку сільськогосподарських культур (Christoforetti et al., 2013).

В Україні практика застосування м'ясної барди поки що перебуває на стадії

становлення, однак уже є ознаки її перспективності для аграрного сектору. Оскільки країна володіє розвиненою спиртовою промисловістю, де виробляються великі обсяги барди, необхідно проводити поглиблені дослідження для визначення впливу цього відходу на основні сільськогосподарські культури, зокрема картоплю. Це не лише дасть змогу вдосконалити методи утилізації барди, а й допоможе розробити більш ефективні й безпечні технології її використання.

Мелясна барда є джерелом значної кількості біологічно активних речовин, серед яких органічні кислоти, білки та залишкові цукри, а також до 25% органічної речовини. Це робить її дуже перспективним джерелом органічного гумусу, що може покращити структуру ґрунтів, збільшити їхню водоемність і сприяти розвитку кореневої системи рослин (Usman et al., 2008; Сухенко та ін., 2016). Внесення барди також має позитивний вплив на підвищення доступності основних поживних елементів у ґрунті, що стимулює ріст рослин і покращує їхні фізіологічні процеси.

Водночас важливо зазначити, що, за результатами багатьох досліджень, надмірне застосування добрив на основі спиртових відходів може призводити до низки негативних наслідків для ґрунтів. Унаслідок постійного надлишкового внесення барди спостерігається ризик накопичення солей у ґрунті, що може спричиняти засолення та зниження ефективності обробки земель. Зокрема, надмірне внесення може призводити до засолення ґрунтів, зміни кислотно-лужного балансу та зниження врожайності, що узгоджується з даними про нормативи якості ґрунтів за впливу техногенних чинників (Christofolletti et al., 2013; Семенюк, 2017).

Отже, дослідження впливу барди мелясної на родючість ґрунтів, її взаємодії з різними агротехнічними чинниками має велике значення для розроблення оптимальних доз цього органічного добрива, яке могло б забезпечити стабільність агрохімічного середовища ґрунтів і сприяти сталому розвитку сільського господарства. Поглиблені агробіологічні дослідження в цьому напрямі допоможуть знайти збалансовані методи використання барди, які дозволять максимально використовувати її потенціал, знижувати ризики негативного впливу на довкілля та забезпечувати ефективне підвищення родючості ґрунтів.

Матеріал і методи

Дослідження проведено у 2022–2024 рр. на полях Колківського центру професійної освіти (Луцький район Волинської області). Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий зв'язано-піщаний.

Мета роботи полягала в установленні впливу різних доз барди мелясної на врожайність картоплі сорту Беллароза та біологічний стан дерново-підзолистого ґрунту.

Схема досліду включає такі варіанти:

1. Контроль (без добрив).
2. Барда – 10 т/га.
3. Барда – 20 т/га.
4. Барда – 30 т/га.
5. $N_{90}P_{70}K_{170}$ – еквівалентно 10 т/га.

Досліди закладено методом рендомізації, триразова повторність. Облікова площа ділянок – 10 м². Культура – картопля сорту Беллароза. Зразки ґрунту відібрано до і після досліду із глибини 0–20 та 20–40 см.

Біометричні показники бульб (маса, діаметр) обліковували за стандартними методиками. Урожайність визначали шляхом зважування продукції з облікових ділянок.

Показник целюлозолітичної активності визначався за методикою Є.М. Мішустіна, яка дозволяє оцінити здатність ґрунтових мікроорганізмів до розкладу органічних матеріалів, зокрема целюлози. Для цього використовувалося лляне полотно, яке має високий вміст целюлози, що робить його ідеальним субстратом для дослідження целюлозолітичної активності ґрунтових організмів. Спочатку полотно масою приблизно 3,0 г закопували у ґрунт на глибину 15 см, де воно перебувало протягом 50 діб. Під час цього періоду на поверхню полотна впливали різні ґрунтові умови, як-от температура, вологість і активність мікробіоти, що безпосередньо впливає на процес розкладу (Антипчук та ін., 2011).

Після закінчення зазначеного часу полотно викопували, ретельно очищали від ґрунту й висушували до повітряно-сухого стану, щоб запобігти додатковому зволоженню, яке могло б вплинути на точність вимірювань. Потім визначали масу залишкового полотна, що дозволяло визначити ступінь його розкладу у ґрунті. Показник целюлозолітичної активності обчислювався як відсоткове зменшення маси лляного полотна щодо його початкової ваги. Цей показник дозволяє оцінити ефективність розкладу органічних матеріалів і визначити активність мікроорганізмів, які відповідають за цей процес, отже, є важливим для

розуміння біологічної активності ґрунту, оскільки розкладання органічних речовин є ключовим процесом для підтримки родючості ґрунтів. Варто зазначити, що мікроорганізми, які беруть участь у розкладі целюлози, не тільки стимулюють розпад органічних залишків, але й сприяють утворенню гумусу, що є основним джерелом поживних речовин для рослин.

Результати

Внесення мелясної барди позитивно вплинуло на біометричні показники бульб картоплі (табл. 1). За дози барди 20 т/га маса бульб зросла на 21%, а діаметр – на 17,2% порівняно з контролем. Найвищі показники отримано за дози 30 т/га: маса – 107,4 г (+34%), діаметр – 74 мм (+27,6%).

Аналіз урожайності підтвердив ці результати (табл. 2). Найбільший приріст (+31,5%) отримано за внесення барди в дозі 30 т/га. Варіант із внесенням 20 т/га барди забезпечив приріст урожаю на 27,3%.

Вагомий вплив на врожайність картоплі, згідно з результатами досліджень, мають дозування внесення барди мелясної. На рисунку 1 продемонстровано пряму кореляцію між кількістю внесеної мелясної барди та врожайністю картоплі сорту Беллароза. Зі зростанням дози барди від 0 до 30 т/га спостерігається поступове збільшення врожайності від 19,0 до 25,0 т/га. Така динаміка

відображає лінійну тенденцію, що засвідчує позитивний вплив органічного добрива на продуктивність культури. Статистичний аналіз виявив тісний зв'язок між зазначеними показниками: коефіцієнт кореляції становить $r = 0,975$, що вказує на дуже сильну залежність урожайності від рівня органічного удобрення.

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.

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).

Таблиця 1

Вплив барди на біометричні показники бульб картоплі (середні дані за 2022–2024 рр.)

Варіанти досліджу	*Маса, г	Приріст до контролю, %	*Діаметр, мм	Приріст до контролю, %
1. Контроль (без добрив)	80,3	–	58	–
2. Барда – 10 т/га	86,6	+8	61	+5,2
3. Барда – 20 т/га	97,3	+21	68	+17,2
4. Барда – 30 т/га	107,4	+34	74	+27,6
5. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀ – екв. 10 т/га	87,3	+9	63	+8,6
НІР ₀₅	2,1	–	1,0	–

* – середнє значення однієї бульби.

Таблиця 2

Вплив барди мелясної на врожай бульб картоплі сорту Беллароза (середні дані за 2022–2024 рр.)

Варіанти досліджу	Урожай, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
1. Контроль (без добрив)	19,0	–	–
2. Барда – 10 т/га	21,8	2,8	14,7
3. Барда – 20 т/га	24,2	5,2	27,3
4. Барда – 30 т/га	25,0	6,0	31,5
5. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀ – еквівалентно 10 т/га	21,5	2,5	13,1
НІР ₀₅		1,6	

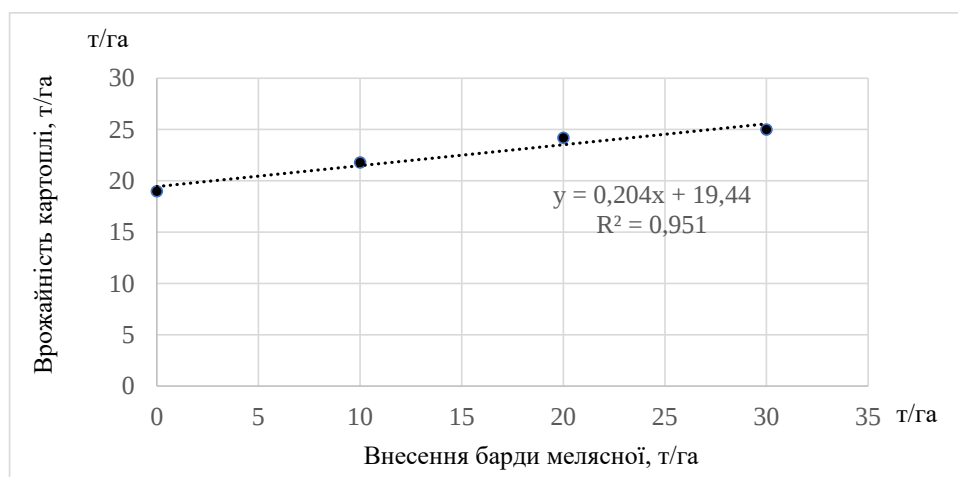


Рис. 1. Кореляція доз внесення барди м'ясної з урожайністю картоплі

Таблиця 3

Інтенсивність розкладу лляного полотна

Варіанти дослідів	Шар ґрунту, см	Інтенсивність розкладу, %
1. Контроль (без добрив)	0–20	81,55
	20–40	51,40
2. Барда – 10 т/га	0–20	83,57
	20–40	53,01
3. Барда – 20 т/га	0–20	89,61
	20–40	67,70
4. Барда – 30 т/га	0–20	93,75
	20–40	79,15
5. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₇₀ – еквівалентно 10 т/га	0–20	81,08
	20–40	52,11

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 целюлолітичної 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.

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 дана 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 целюлолітичної мікробіоти, що має безпосередній зв'язок із процесами мінералізації органіки, утворенням гумусу та поліпшенням структури ґрунту.

Отже, результати дослідження підтверджують позитивний вплив м'ясної барди на мікробіологічну активність ґрунту. Найбільш ефективно виявилася доза 30 т/га, проте з урахуванням екологічної доцільності та ризику вторинного засолення доза 20 т/га виглядає оптимальною для збалансова-

ного 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.

Із результатів досліджень встановлено міцний лінійний взаємозв'язок між дозою внесення барди та целюлозолітичною активністю ґрунту, яку визначали за інтенсивністю розкладу лляного полотна у ґрунтових горизонтах (рисунк 2).

З підвищенням дози барди до 30 т/га відзначено зростання активності целюлозоруйної мікрофлори: від 81,55% (у контролі) до 93,75% у верхньому шарі ґрунту та від 51,40 до 79,15% у нижньому. Ці дані підтверджують, що внесення барди стимулює

розвиток мікроорганізмів-деструкторів. Коефіцієнт кореляції між дозою добрива та целюлозолітичною активністю у верхньому шарі становив $r = 0,984$, що також свідчить про дуже сильний зв'язок.

Зважаючи на те, що як урожайність картоплі, так і показник целюлозолітичної активності ґрунту мають сильний кореляційний зв'язок із дозуванням внесення добрив, під час проведення досліджень було встановлено кореляційний зв'язок урожайності картоплі та целюлозолітичної активності ґрунту як похідних від застосування ґрунтополіпшувальних заходів, це обчислення було проведено для наочної демонстрації взаємозв'язку позитивних агрономічних і біологічних наслідків (рис. 3).

Кореляція між урожайністю картоплі та целюлозолітичною активністю ґрунту, обчисленою за середнім значенням обох

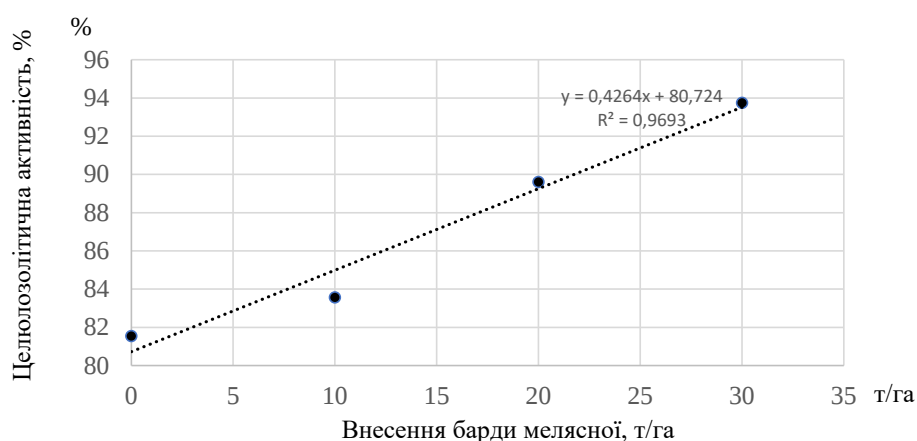


Рис. 2. Кореляція доз внесення барди мелясної з показником целюлозолітичної активності ґрунту

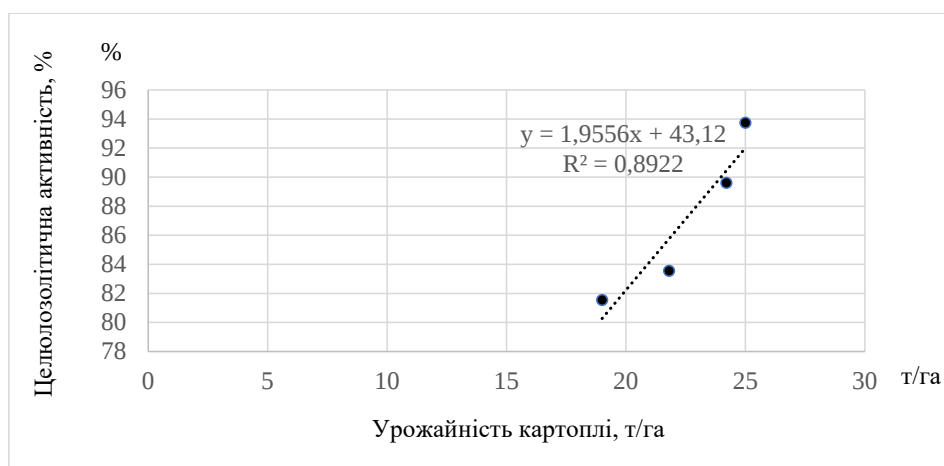


Рис. 3. Кореляція врожайності картоплі та показника целюлозолітичної активності ґрунту

шарів, є значною. 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 ґрунтового середовищі та продуктивністю рослин. Така залежність є не лише теоретично обґрунтованою, а й практично доведеною.

Величина коефіцієнта кореляції між показниками врожайності картоплі та целюлозолітичної активності ґрунту становила $r = 0,944$, що є статистично достовірним результатом і свідчить про майже повну лінійну залежність між цими двома параметрами. Це означає, що зміни в мікробіологічній активності ґрунту практично автоматично відображаються на врожайності культури.

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).

Отже, результати дослідження підтверджують доцільність і перспективність застосування органічних відходів, зокрема мелясної барди, як ефективного засобу для підвищення родючості ґрунтів і продуктивності сільськогосподарських культур.

Обговорення

У сучасних умовах змін клімату, зростання вартості мінеральних добрив і деградації ґрунтів, особливо в регіонах із легкими за гранулометричним складом ґрунтами, питання відновлення ґрунтової родючості та продуктивності сільськогосподарських культур набуває особливого значення. У цьому контексті актуальним є використання локальних органічних ресурсів, зокрема побічних продуктів спиртової промисловості – як-от барди мелясна. Результати нашого дослідження демонструють перспективність її застосування для удобрення картоплі сорту Беллароза на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся.

Насамперед установлене підвищення врожайності картоплі за внесення барди в дозах 20–30 т/га узгоджується з резуль-

татами, наведеними у працях вітчизняних і зарубіжних авторів. Зокрема, барда сприяє поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, що опосередковано впливає на біологічну активність і ріст рослин (Тракало та ін., 2021). Внесення барди підвищує активність ферментів ґрунту та збагачує його на доступний вуглець, фосфор і калій (Bartkowiak et al., 2022). У нашому дослідженні було зафіксовано чітку пряму залежність між дозою внесення барди та врожайністю ($r = 0,982$), що свідчить про високу ефективність цього органічного добрива.

Зростання целюлозолітичної активності мікрофлори, як маркера біологічного стану ґрунту, є важливим результатом. Даний показник є непрямим 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 (Usman et al., 2008).

Однак поряд із позитивними ефектами варто зважати й на потенційні ризики. Зокрема, у варіантах із дозою 30 т/га спостерігалось зростання електропровідності ґрунтового розчину, що свідчить про накопичення розчинних солей. Це може призводити до вторинного засолення, особливо в разі тривалого й надмірного використання барди. Подібні результати відображені у роботах закордонних науковців, де описано негативні наслідки безконтрольного внесення барди – погіршення структури ґрунту, зміна кислотно-лужного балансу, зниження врожайності (Christofolletti et al., 2013).

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 (Балюк і Трускавецький, 2025). У нашому дослідженні підтверджено, що активізація целюлозолітичної мікрофлори є надійним індикатором поліпшення біологічного стану ґрунту, а висока кореляція між біологічними та продуктивними показниками ($r = 0,995$) свідчить про їхню тісну взаємозалежність.

На особливу увагу заслуговує ефективність дози 20 т/га. За цього варіанту досягається баланс між підвищенням урожайності (на 27,3%), покращенням мікробіологічної активності й екологічною безпекою. Такий підхід відповідає принципам сталого землеробства, де важливу роль відіграє не лише врожай, а й довгострокове збереження ґрунтової екосистеми. Урахування екологічного навантаження та постійний моніторинг стану ґрунту мають стати обов'язковими під час використання таких добрив, як барда мелясна.

Окрім цього, використання побічних продуктів спиртової промисловості, як-от барда мелясна, у сільському господарстві відповідає сучасним тенденціям утилізації відходів (Тимошук і Дударев, 2020).

Отже, результати нашого дослідження підтверджують ефективність барди як доступного органічного добрива, що не лише підвищує продуктивність картоплі, але й активізує мікробіологічні процеси у ґрунті. Проте для її широкого застосування необхідно враховувати регіональні ґрунтово-кліматичні умови, наявність системи агромоніторингу та дотримання оптимальних дозувань.

Висновки

У результаті польових досліджень встановлено, що барда мелясна, як органічне добриво, позитивно впливає на продуктивність картоплі сорту Беллароза та біологічний стан дерново-підзолистого ґрунту.

Внесення барди в дозах 20–30 т/га сприяє істотному підвищенню біометричних показників бульб, зростанню врожайності до 25,0 т/га (приріст до контролю – 31,5%) і активізації целюлозолітичної мікрофлори, що виявляється у зростанні інтенсивності розкладу лляного полотна до 93,75% у верхньому горизонті ґрунту.

Доведено тісний функціональний зв'язок між дозою органічного добрива, урожайністю та мікробіологічною активністю ґрунту. Високі значення коефіцієнтів кореляції ($r = 0,944–0,984$) підтверджують взаємозалежність цих показників і свідчать про важливу роль мелясної барди як чинника регуляції біологічних процесів у дерново-підзолистому ґрунті.

Водночас зафіксовано, що застосування надвисокої дози (30 т/га) супроводжується підвищенням електропровідності ґрунту, що вказує на потенційний ризик вторинного засолення за тривалого використання. Тому доза 20 т/га визначена як оптимальна: вона забезпечує максимальний позитивний агрономічний ефект за умов збереження екологічної безпеки ґрунтового середовища.

Отримані результати мають як наукову новизну, оскільки встановлюють кількісні залежності між біологічною активністю ґрунту й урожайністю культури, так і практичну значущість – для розроблення систем органічного удобрення на Західному Поліссі з використанням місцевих ресурсів органічного походження.

Список використаної літератури

- Антипчук А.Ф., Піляшенко-Новохатний А.І., Євдокименко Т.М. Практикум з мікробіології. Київ : Університет «Україна», 2011. 156 с.
- Балюк С.А., Трускавецький Р.С. Автентичний аналіз і перспективи розвитку концепції «здоров'я ґрунту». *Вісник аграрної науки*. 2025. № 4 (865). С. 56–64.
- Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Августинович М.Б. Ефективність використання осаду стічних вод як добрива на дерново-підзолистих ґрунтах. *Агроекологічний журнал*, 2018. Вип. 1. С. 65–70.
- Семенюк А. Нормування якості ґрунту при впливі техногенних підприємств. *Аграрна наука та освіта Поділля*. 2017. С. 195–197.
- Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових виробництвах. Київ : ЦП «Компринт», 2016. 338 с.
- Тимошук О.М., Дударев І.М. Огляд використання відходів у сільському господарстві. *Сільськогосподарські машини*. 2020. № 45. С. 103–110. DOI: 10.36910/as.m.vi45.406.
- Тракало Т.О., Янюк Т.І., Левіщенко М.М. Дослідження сухої кукурудзяної після спиртової барди. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.* : матеріали 87-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, м. Київ, 15–16 квітня 2021 р. Київ : НУХТ, 2021. С. 160.
- Bartkowiak A., Lemanowicz J., Rydlewska M., Drabińska O., Ewert K. Enzymatic activity of soil after applications distillery stillage. *Agriculture*. 2022. № 12. P. 652. DOI: 10.3390/agriculture12050652.
- Christofolletti C.A., Escher J.P., Correia J.E., Marinho J.F.U., Fontanetti C.S. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. *Waste Management*. 2013. Vol. 33. № 12. P. 2752–2761.

Usman A., Rabie A., Gameh M.A.E. Effect of sugar industry wastes on K status and nutrient availability of a newly reclaimed loamy sandy soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2008. Vol. 54. № 6. P. 665–679.

References

Antypchuk, A.F., Pilyashenko-Novokhatnyi, A.I., & Yevdokymenko, T.M. (2011). *Praktykum z mikrobiolohii* [Microbiology workshop]. Kyiv : Universytet "Ukraina" [in Ukrainian].

Baliuk, S.A., & Truskavetskyi, R.S. (2025). Avtentychnyi analiz i perspektyvy rozvytku kontseptsii "zdorov'ia gruntu" [Authentic analysis and development prospects of the "soil health" concept]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], (4) 865, 56–64 [in Ukrainian].

Havryliuk, V.A., Bortnik, A.M., & Avhustynovych, M.B. (2018). Efektyvnist vykorystannia osadu stichnykh vod yak dobryva na dernovo-pidzolystykh gruntakh [Efficiency of sewage sludge use as fertilizer on sod-podzolic soils]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological Journal], 1, 65–70 [in Ukrainian].

Semenyuk, A. (2017). Normuvannia yakosti gruntu pry vplyvi tekhnohenykh pidpriemstv [Regulation of soil quality under the influence of industrial enterprises]. *Ahrarna nauka ta osvita Podillia* [Agrarian Science and Education of Podillia], 195–197 [in Ukrainian].

Sukhenko, Y.H., Seriohin, O.O., Sukhenko, V.Y., & Riabokon, N.V. (2016). Resursozberihaiuchi tekhnolohii u kharchovykh vyrobnytstvakh [Resource-saving technologies in food production]. Kyiv : TsP "Komprynt" [in Ukrainian].

Timoshchuk, O.M., & Dudarev, I.M. (2020). Ohliad vykorystannia vidkhodiv u silskomu hospodarstvi [Review of waste use in agriculture]. *Silskohospodarski mashyny* [Agricultural Machinery], 45, 103–110. <https://doi.org/10.36910/acm.vi45.406> [in Ukrainian].

Trakalo, T.O., Yaniuk, T.I., & Levyshchenko, M.M. (2021). Doslidzhennia sukhoyi kukurudzianoyi pislia spyrtovoi bardy [Study of dried corn after distillery stillage]. In *materialy 87 Mizhnarod. nauk. konf. molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv "Naukovi zdobutky molodi – vyreshenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti"*, Kyiv, April 15–16, 2021, p. 160. Kyiv : NUFT [in Ukrainian].

Bartkowiak, A., Lemanowicz, J., Rydlewska, M., Drabińska, O., & Ewert, K. (2022). Enzymatic activity of soil after applications distillery stillage. *Agriculture*, 12 (652). <https://doi.org/10.3390/agriculture12050652> [in English].

Christofolletti, C.A., Escher, J.P., Correia, J.E., Marinho, J.F.U., & Fontanetti, C.S. (2013). *Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use*. *Waste Management*, 33 (12), 2752–2761 [in English].

Usman, A., Rabie, A., & Gameh, M.A.E. (2008). Effect of sugar industry wastes on K status and nutrient availability of a newly reclaimed loamy sandy soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54 (6), 665–679 [in English].

Отримано: 14.07.2025

Прийнято: 19.08.2025

Опубліковано: 17.10.2025

