

УДК 633.16:631.559:632.11(477.74)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.9>

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЛИЧИНКАМИ МУХИ *HERMETIA ILLUCENS* ТА КОМПОСТУ З СУБСТРАТУ ПІСЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ НА ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

**Бурикiна С. І.** – к.с.-г.н., ст. досл.,  
завiдувач вiддiлу агрохiмiї, ґрунтознавства та органiчного виробництва,  
Одеська державна сiльськогосподарська дослiдна станцiя  
Институту клiматично орiєнтованого сiльського господарства  
Нацiональної академiї аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0002-5197-6586](https://orcid.org/0000-0002-5197-6586)

**Сергеев Л. А.** – к.с.-г.н., ст. досл.,  
в. о. директора,  
Одеська державна сiльськогосподарська дослiдна станцiя  
Институту клiматично орiєнтованого сiльського господарства  
Нацiональної академiї аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0003-4169-8938](https://orcid.org/0000-0003-4169-8938)

**Когут І. М.** – к.с.-г.н., доцент,  
заступник директора з наукової роботи – учений секретар,  
Одеська державна сiльськогосподарська дослiдна станцiя  
Институту клiматично орiєнтованого сiльського господарства  
Нацiональної академiї аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0002-4418-5954](https://orcid.org/0000-0002-4418-5954)

**Жук М. М.** – к.с.-г.н., ст. досл.,  
ст. наук. співробітник вiддiлу агрохiмiї, ґрунтознавства та органiчного  
виробництва,  
Одеська державна сiльськогосподарська дослiдна станцiя  
Институту клiматично орiєнтованого сiльського господарства  
Нацiональної академiї аграрних наук України  
[orcid.org/0009-0007-6651-6949](https://orcid.org/0009-0007-6651-6949)

Зростаючий попит на альтернативні джерела удобрення на фоні екологічних та кліматичних проблем роблять актуальним пошук інноваційних рішень в сфері живлення рослин. Розробка та дослідження нових видів органічних добрив і способів їх використання сприяє розширенню можливостей зменшення негативного впливу аграрного виробництва на довкілля та біоконверсії побутових та інших відходів.

**Мета роботи** – дослідити вплив продуктів переробки органічних речовин личинками мухи *Hermetia illucens*, утилізованого субстрату після вирощування грибів та перегною великої рогатої худоби на врожай ячменю ярого.

Дослідження проводили у 2024–2025 рр. на чорноземі південному дослідного поля Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН. Схема досліду включала два фактори: А – сорти (Адапт, Еней, Вакула), В – органічні добрива: зооґумус № 1 (ЗГ1) продукт переробки відходів зерна ячменю мухою чорна львинка *Hermetia illucens*; зооґумус № 2 (ЗГ2) – продукт переробки цією мухою суміші відходів зерна ячменю



та овочів; перегній з субстрату після вирощування грибів (ВВГ) та перегній великої рога-тої худоби (ВРХ). В досліді використовується водні витяжки із вказаних органічних добрив для передпосівної обробки насіння та внесенню по вегетації. Передпосівний обробіток насіння проводили витяжками, які готували із розрахунку 1:20 (на одну частину оргдообрива приходилося 20 частин води), а обробіток по вегетації у фазі куціння, виходу в трубку, прапорцевого листка, початку наливу зерна – витяжками 1:50.

В середньому за два роки досліджень комплексне використання водних витяжок забезпечило наступні урожаї зерна ячменю ярого: ЗГ1 – 4,6 т/га (+18,4 %); ЗГ2 – 4,47 т/га (+15,0 %); ВВГ – 4,41 т/га (+13,5 %) та ВРХ – 4,39 т/га (+12,9 %).

Препарати позитивно впливали на структурні елементи колосу, зокрема, підвищували його індивідуальну продуктивність в залежності від сорту від 10,6 % до 44,5 %; встановлені високі позитивні коефіцієнти кореляції між урожаєм та елементами структури колосу ( $r = 0,92-0,97$ ).

Сумарна дія передпосівної обробки та внесення по вегетації суттєво від 13,7 % до 29,6 % підвищували вміст азоту в вегетативній масі рослин (фази куціння та виходу в трубку) та прапорцевою листі (налив зерна). Визначено, що коефіцієнти кореляції між урожаєм та вмістом азоту в вегетативній масі ячменю ярого дорівнювали 0,86–0,70, але максимально вміст азоту у вказаних фазах впливав на його концентрацію в зерні  $r = 0,97-0,90$ .

**Ключові слова:** водні екстракти, органічні добрива, ячмінь ярий.

**Burykina S. P.; Serhieiev L. A, Kohut I. M., Zhuk M. M. Use of products of organic matter by *Hermetia illucens* fly larvae and compost from substrate after growing mushrooms on spring barley croppings**

The growing demand for alternative sources of fertilizer against the background of environmental and climate problems makes the search for innovative solutions in the field of plant nutrition relevant. The development and research of new types of organic fertilizers and methods of their use contributes to expanding opportunities for reducing the negative impact of agricultural production on the environment and bioconversion of household and other waste.

**The purpose of the work** is to investigate the effect of organic matter processing products by the larvae of the fly *Hermetia illucens*, utilized substrate after mushroom cultivation, and cattle humus on the yield of spring barley.

The research was conducted in 2024–2025 on the southern black soil of the experimental field of the Odessa State Agricultural Research Station ICSA of NAAS. The experimental scheme included two factors: A – varieties (*Adapt*, *Aeneas*, *Vakula*), B – organic fertilizers: zoohumus 1 (ZH1) – a product of processing barley grain waste by the black lionfly *Hermetia illucens*; zoohumus 2 (ZH2) is a product of processing by this fly of mixture of barley grain and vegetable waste; humus from substrate after mushroom cultivation (HSM) and humus from cattle (HC). The experiment uses aqueous extracts from specified organic fertilizers for pre-sowing seed treatment and application during the growing season. Pre-sowing seed treatment was carried out with extracts prepared at ratio of 1:20 (one part of organic fertilizer was 20 parts of water), vegetative treatment in the tillering, tube formation, flag leaf and beginning of grain filling phases – with 1:50 extracts.

On average, over two years of research, the integrated use of water extracts provided the following yields of spring barley grain: ZH1 – 4,40 t/ha (+18,4 %); ZH2 – 4,47 t/ha (+15,0 %); HSM – 4,41 t/ha (+13,5 %) and HC – 4,39 t/ha (+12,9 %).

The preparations had a positive effect on the structural elements of the ear, in particular, they increased its individual productivity, depending on the variety, from 10,6 % to 44,5 %; high positive correlation coefficients were established between the yield and structural elements of the ear ( $r = 0,92-0,97$ ).

The total effect of pre-sowing cultivation and application during the growing season significantly increased the nitrogen content in the vegetative mass of plants (tillering and tube formation phases) and flag leaf (grain filling) by 13,7 % to 29,6 %. It was determined that the correlation coefficients between yield and nitrogen content in the vegetative mass of spring barley were 0,86–0,70, but the maximum nitrogen content in the specified phases affected its concentration in the grain  $r = 0,97-0,90$ .

**Key words:** water extracts, organic fertilizers, spring barley.

**Постановка проблеми.** Сучасні виклики екологічної стабільності, зростаючого попиту на альтернативні джерела удобрення актуалізують необхідність пошуку інноваційних рішень у сфері агропромислового виробництва. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є використання личинок *Hermetia illucens* завдяки їх здатності переробляти широкий спектр органічних відходів: рослинні, овочеві, зернові залишки, гній – у біомасу (зоогумус), на що звертається увага дослідниками різних країн [1–3]. В деяких країнах, прикладом компанія Unsect (Франція), вже на промисловій основі займаються *Hermetia illucens* для виробництва органічних добрив [4]. Таке добриво є екологічно чистим і може використовуватися для живлення сільськогосподарських рослин та збагачення ґрунту поживними речовинами. При цьому можна знизити потребу в хімічних добривах, що сприятиме збереженню навколишнього середовища.

Другим, не менш цікавим, джерелом органічної речовини можуть бути утилізовані субстрати після культивування грибів, які здебільшого зберігаються у звалищах поблизу виробництва і це може призвести до негативного впливу на довкілля при заселенні субстратів патогенними організмами. Одним із способів утилізації грибних субстратів у біогумус є використання біопрепаратів, як пропонують Т. В. Іванова з колегами [5, 6], або ґрунтовий спосіб з їх інокуляцією біопрепаратом ЕМ Біоактив у поєднанні з мінеральними добривами в технології М. М. Ковальова [7]. Інший спосіб, яким користуються деякі фермери Одещини, – обробіток відходів паром, додавання і використання після 2-х років компостування.

Обмеженість наукової інформації та результатів досліджень ефективності вказаних зоо – чи біогумусів стримує як розвиток біоконверсії відходів грибного виробництва, так і використання побічного продукту вирощування мухи чорна львинка (*Hermetia illucens*). Тому й постає потреба не тільки у систематизації наявних знань про сучасні технології виробництва органічних добрив, оцінки перспектив впровадження таких удобрювальних речовин для зменшення впливу сільського господарства на навколишнє середовище та розширення можливостей у боротьбі зі зміною клімату, але й у вивченні способів, доз внесення, визначенні ефективності при вирощуванні різних культур конкретного ґрунтового-кліматичного регіону з метою оптимального їх використання. Наукові дослідження мають сприяти інтеграції цих біоресурсів в технології вирощування сільськогосподарських культур та посиленню екологізації аграрної галузі.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Щороку в Україні накопичується близько 10 млн. тонн побутових відходів, з яких на переробку йде лише 6–7 %. Всі відходи здебільшого, підлягають захороненню на переповнених звалищах, а харчові та рослинницькі часто спалюють або залишають без переробки, створюючи екологічні проблеми, особливо в аграрному регіоні. За прогнозами закордонних і вітчизняних фахівців, екологічна ситуація в Україні наближається до критичної [8].

Обсяг сміття, що вивозиться з території міста Одеса та прилеглих містечок і населених пунктів Одеської області більше 3 млн. м<sup>3</sup> на рік. Харчові та інші органічні відходи складають 25 % (іноді до 50 %) [9, 10], а вони могли б слугувати сировиною в разі промислового розведення мухи чорна львинка (*Hermetia illucens*). Результати досліджень науковців ІТІ «Біотехніка» НААН свідчать, що *Hermetia Illucens* розвивається на найрізноманітніших середовищах: обрізки, очистки та суміші зіпсованих овочів; хлібні злаки недоброякісного походження, висівки; стебла, листки та кошики соняшнику, відходи ентомологічного виробництва [3, 11, 12]. Аналогічні результати та висновки отримані вченими інших країн [13, 14] і, що важливо, вони знайшли практичне

використання та досить широке впровадження, прикладом, в Італії [15] та Китаї [16].

При вирощуванні грибів утворюється багато відходів, оскільки на кожен їх кілограм приходиться близько трьох кілограмів ґрунтоподібного матеріалу, що містить солому, гній і торф. В країнах ЄС виробництво грибів призводить до більш як три мільярди кілограмів відходів на рік [17]. Дослідження показують, що після використання субстрат містить до 2,5 % азоту, 1,8 % фосфору та 2,0 % калію, а також мікроелементи, необхідні для рослин, що робить його перспективним органічним добривом. Але використаний субстрат для грибів містить багато води, тому його транспортування стає не вигідним і лише невелика частка використовується в якості органічного добрива на розташованих поблизу сільськогосподарських угіддях.

В той же час, «грибний компост» представляє значний інтерес для сільського господарства, оскільки дослідження свідчать, що його застосування покращує структуру ґрунту, збільшує вміст поживних речовин і пригнічує розвиток бур'янів. Крім того, інноваційні підходи, такі як переробка компосту за допомогою біопрепаратів [18, 19], чи тією ж мухою чорна львинка, або переробка на біогаз та органічні гранули, відкривають нові можливості для технологій замкнутого циклу, для біоконверсії відходів, економічної вигідної та екологічно стійкої їх утилізації [20, 21].

Таким чином, в Україні є наукові розробки, впровадження яких сприятиме покращенню екологічної ситуації, дозволить отримати ефективні органічні добрива, для збереження здоров'я ґрунтів і нації в цілому. Про це свідчать і дослідження науковців Харківського політехнічного інституту, які показали ефективність компостів з харчових відходів, що дозволить зменшити обсяги твердих побутових відходів і сприятиме відновленню ґрунтів, зокрема, на деокупованих територіях [22]. Але на жаль, навіть «Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 року» не заплановано подібні напрями утилізації органічних відходів, хоча завданням на 2025–2030 рр. передбачається «Запровадження ... низки пілотних проєктів з біологічної стабілізації змішаних побутових відходів» [23]. Будемо сподіватися.

І все-таки аграрна наука розвивається, відкриває та вивчає нові можливості стабілізації ґрунтової родючості, рівня продуктивності та якості сільськогосподарської продукції. З цією метою ми дослідили ефективність використання продуктів переробки органічної речовини личинками мухи *Hermetia illucens* та перегною з відходів вирощування грибів. І вже перші результати показали, що передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур водними витяжками на основі цих речовин підвищує його схожість, сприяє зростанню маси проростків та їх висоти [24, 25]. Враховуючи це, ми висунули гіпотезу, що використання продуктів утилізації органічних відходів мухою чорна львинка та перегною, де основою є відпрацьований субстрат вирощування грибів, для позакореневих підживлень, матиме позитивний вплив на продуктивність ячменю ярого.

Очікуємо, що результати будуть актуальні не тільки для вирощування ярової злакової культури, але й інших польових культур і при підживленні городини та рослин закритого ґрунту приватними господарями, особливо з огляду відсутності в Україні відомостей про можливості використання продуктів переробки органіки *H. illucens* в ланках аграрних технологій та обмеженості інформації щодо біокомпосту з грибного субстрату.

**Методика та умови проведення досліджень.** Експериментальні дослідження у 2023–2024 рр. проводилися на базі відділу агрохімії, ґрунтознавства та

органічного виробництва Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства (Одеська ДСДС ІКОСГ) (с. Хлібодарське, Одеський район, Одеська область, 46°29'5" пн. ш. 30°35'31" сх. д.).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний малогумусний (гумус 3,2 %, рН 7,1), важко суглинковий на лесоподібних відкладах.

Дослідна ділянка розташована у південно-західній частині Причорноморського ґрунтово – кліматичного району з помірно континентальним кліматом, що характеризується м'якою, малосніжною зимою (середня січнева близько  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та спекотним, сухим літом (середня липнева  $+21\text{--}23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , максимальні до  $+39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Характерні посухи, суховії та курні бурі, а також значна кількість сонячних днів. Оцінку погодних умов здійснювали за даними метеопункту Одеської ДСДС ІКОСГ. Роки досліджень відрізнялися за кількістю і динамікою випадання опадів та температурним режимом в період вегетації рослин ячменю ярого (рис. 1).

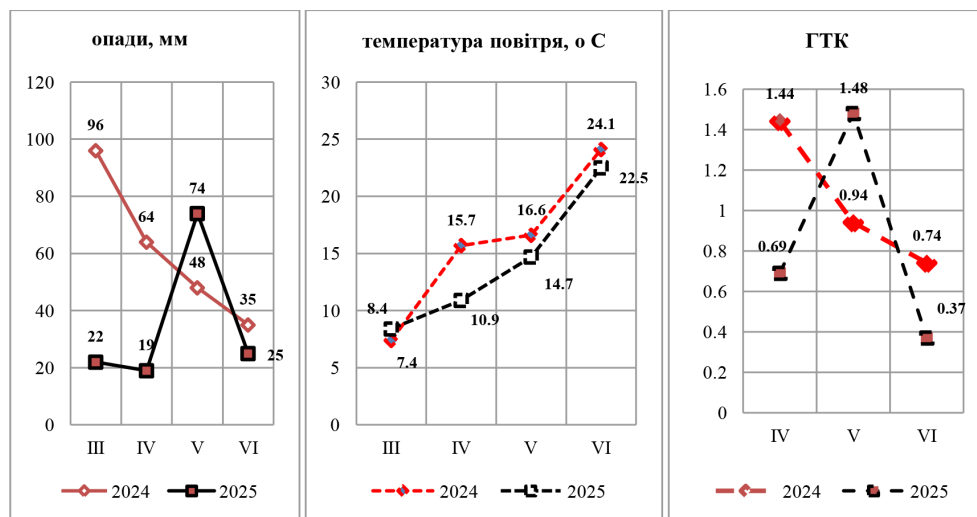


Рис. 1. Гідротермічні умови років досліджень

Польові дослідження проводилося у відповідності до стандартних методик. Дослід двофакторний : фактор А – сорти ячменю ярого: *Adant* – (*Hordeum vulgare L.*), різновидність *medicum*; колос дворядний; *Еней* – (*Hordeum vulgare L.*), різновидність *nutans*, колос дворядний; *Вакула* – (*Hordeum vulgare L.*), різновидність *pallidum*, колос шестирядний.

Фактор Б – органічні добрива: зоогумус № 1 (ЗГ1) продукт переробки відходів зерна ячменю мухою чорна львинка *Hermetia illucens*; зоогумус № 2 (ЗГ2) – продукт переробки цією мухою суміші відходів зерна ячменю та овочів; перегній з субстрату після вирощування грибів (ВВГ) та перегній великої рогатої худоби (ВРХ). В досліді використовується водні витяжки із вказаних органічних добрив (ВОД) для передпосівної обробки насіння та внесенню по вегетації. Передпосівний обробіток насіння проводили витяжками, які готували із розрахунку 1:20 (на одну частину оргдобрива приходилося 20 частин води), а обробіток по вегетації у фази кушіння, виходу в трубку, прапорцевого листка, початку наливу зерна – витяжками 1:50.

Розмір елементарної ділянки – 15 м<sup>2</sup>, облікової – 13,5 м<sup>2</sup>; повторність трикратна; розміщення ділянок – систематичне.

Агротехніка у досліді загальноприйнята для зони Південного Степу України, за виключенням досліджуваних факторів. Попередником ячменю ярого було просо.

Збирання врожаю зернової культури проводили комбайном “Sampro-130”, урахування врожаю зерна – методом прямого зважування із облікової ділянки; маса зерна перераховувалася на стандартну вологість (14 %) та 100 % чистоту.

Вміст азоту у фазу кущення та вихід в трубку в вегетативній масі, у фазу наливу зерна – у прапорцевому листі, у повній стиглості – в зерні визначали методом інфрачервоної спектроскопії на приборі Спектран-119М (ДСТУ 4117:2007); масу 1000 насінин (ДСТУ 4138-2002) та натурну масу (ДСТУ 10840:2019).

Статистична обробка результатів досліджень проводилася з використанням загальноприйнятих в рослинництві методик з використанням комп’ютерного забезпечення Excell в пакеті Statistica та програми «Agrostat» [26,27]. Відмінності середніх показників вважали суттєвими за рівня значимості  $P_{0,95}$ .

Характеристика сировини, з якої готували розчини для обприскування посівів ячменю докладно описана в іншій публікації [28], а результати аналізування водних витяжок з органічних добрив надано в таблиці 1. Водні витяжки з органічних добрив мали лужний характер, максимальне значення рН відмічено у витяжці ВРХ (8,7). Витяжки різнилися за концентрацією мінерального азоту та співвідношення між азотом амонійним та нітратним. Найвищий вміст мінерального азоту визначено у ЗГ1, де частка нітратного азоту складала всього 6,2 %; у витяжці з ЗГ2 відмічено лише сліди нітратного азоту, а мінеральний від ЗГ1 складав 47,5 %. У витяжці з ВВГ та ВРХ вміст мінерального азоту від ЗГ1 складав 31,1 % та 66,8 %, а від ЗГ2 – 65,6 % та 140,7 %, відповідно. Частка нітратного азоту у витяжці з ВВГ та ВРХ від суми мінерального азоту дорівнювала 94,0 % та 82,6 %, відповідно.

З огляду на велику різницю за вмістом мінерального азоту, ми скорегували дози одноразового позакореневого внесення водних екстрактів органічних добрив: за одиницю внесення прийнята мінімальна концентрація мінерального азоту у витяжці з ВВГ. Використовували на три повторності: ВВГ – 1,0л; ЗГ1 – 315мл; ЗГ2 – 650 мл та ВРХ – 450 мл доводили водою до 3 літрів, рослини варіанту без добрив обприскували такою ж кількістю води.

**Результати досліджень.** Висота рослин є прямою реакцією на умови вирощування, у тому числі й на умови живлення, оскільки поживні речовини активують фізіологічні процеси та сприяють вегетативному росту, інтенсивність якого визначається властивостями удобрювальних препаратів. На ділянках застосування водних екстрактів з органічних добрив спостерігали стимулюючі властивості цих речовин, що проявилось в зростанні лінійних розмірів рослин (табл. 2).

Але за фазами росту підвищення було нестабільним і коливалося в межах суттєвості; тільки при повній стиглості висота рослин на дослідних варіантах всіх сортів та в середньому за сортами достовірно перевищувала контроль (рис. 2).

Нагромадження сухої речовини – також результат життєдіяльності рослинного організму на кожному етапі його росту і розвитку. Результати досліджень, отримані на період молочної стиглості ячменю ярого показали, що суха маса рослин визначалася сортом та видом органічного добрива (табл. 3).

Суша маса рослин з дослідних ділянок сорту Адапт поступово суттєво зростала по відношенню до контролю від фази кущення до наливу зерна; на сортах Еней та Вакула цей процес відбувався в основному з фази виходу в трубку. У фазу кущення при обприскуванні рослин витяжкою з ферментованих відходів

Таблиця 1

## Хімічний склад водних витяжок з органічних добрив

Показник	Органічне добриво			
	ЗГ1	ЗГ2	ВВГ	ВРХ
pH	7,9	8,2	8,2	8,7
Сухий залишок, г/л	2,3	1,3	5,7	4,7
Органічна речовина, г/л	708,4	500,4	527,8	500,0
Масова частка (г/л):				
азоту	0,3	0,2	0,2	0,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4	0,4	0,1	0,1
K <sub>2</sub> O	0,6	0,2	1,1	1,3
Мінеральний азот, мг/л				
всього	181,2	86,0	56,4	121,0
у тому числі, N—NH <sub>4</sub>	170,0	86,0	3,4	21,0
N—NO <sub>3</sub>	11,2	-	53,0	100,0
Мезо- та мікроелементи, мг/л				
кальцій	196,3	238,8	254,8	298,6
магній	26,6	11,5	101,4	39,0
марганець	0,21	0,45	1,57	1,19
цинк	1,30	1,01	1,69	0,80
залізо	2,94	2,15	20,69	33,74
мідь	0,21	0,39	0,18	0,21
кобальт	0,37	0,11	0,10	0,42
нікель	0,07	0,02	0,06	0,35

Таблиця 2

## Висота рослин за варіантами та етапами розвитку

Варіант	Еней				Адапт				Вакула			
	К	ВТ	НЗ	ПС	К	ВТ	НЗ	ПС	К	ВТ	НЗ	ПС
контроль	39,3	61,9	73,4	75,5	36,4	60,9	70,6	72,9	35,2	49,7	66,2	68,1
ЗГ 1	38,6	63,1	75,1*	78,6*	37,5	61,4	72,1	74,7*	34,2	43,8	65,5	70,8*
ЗГ 2	39,4	63,1	76,4*	79,1*	38,1	69,7*	74,9*	77,0*	33,5	45,9	68,6	72,5*
ВВГ	36,8*	58,3*	75,6*	78,4*	36,6	69,4*	77,2*	79,6*	27,5*	45,9	65,6	72,8*
ВРХ	38,6	63,2	74,8	78,7*	37,9	65,1*	76,8*	79,8*	34,7	43,7	69,7*	72,0*
HCP <sub>05</sub>	2,3	1,6	1,7	1,9	1,8	4,0	2,8	1,8	2,2	2,4	2,7	2,5

Примітка: К – кушення; ВТ – вихід в трубку; НЗ – налив зерна; ПЗ – повна стиглість; \* – різниця суттєва

вирощування грибів цей показник менший за контроль на сортах Еней та Вакула на 14,3 %, використання ж ЗГ1 та ВРХ сприяло зростанню сухої маси рослин Енею на 12,5 % та 8,9 %, відповідно.

Результати візуальних спостережень та аналітичних досліджень показали, що витяжки з органічних добрив мали вплив на вміст азоту в надземній масі рослин ячменю ярого, який змінювався за фазами росту (рис. 3).

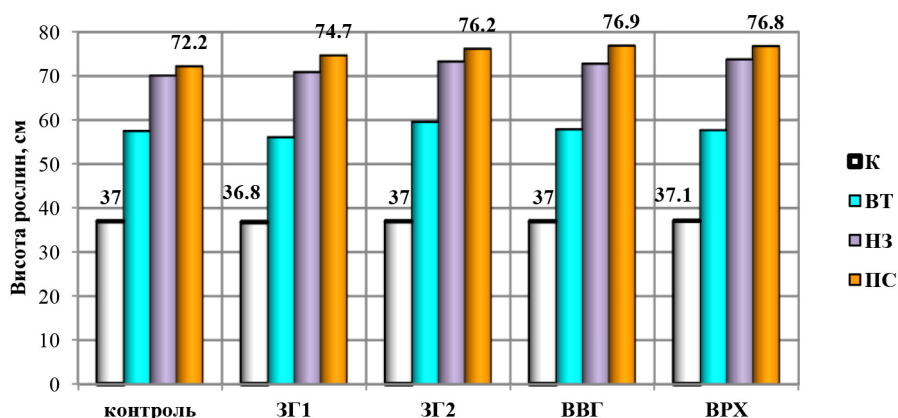


Рис. 2. Висота рослин (середнє за сортами)

Примітка: К – кушення; ВТ – вихід в трубку; НЗ – налив зерна; ПЗ – повна стиглість;  $HCP_{05} = 2,4$

Таблиця 3

## Динаміка сухої маси рослин ячменю ярого

Варіант	Еней			Адапт			Вакула			Середнє за сортами		
	К	ВТ	НЗ	К	ВТ	НЗ	К	ВТ	НЗ	К	ВТ	НЗ
контроль	0,56	1,26	2,25	0,40	0,67	1,90	0,35	0,63	1,58	0,44	0,85	1,91
ЗГ 1	0,63	1,35	3,19	0,41	0,79	2,28	0,35	0,70	1,78	0,46	0,92	2,42
ЗГ 2	0,54	1,45	3,55	0,53	0,96	2,35	0,34	0,77	1,84	0,47	1,06	2,58
ВВГ	0,48	1,36	2,96	0,55	1,02	2,65	0,30	0,65	1,62	0,44	1,01	2,41
ВРХ	0,61	1,79	3,05	0,51	1,14	2,45	0,35	0,71	1,80	0,49	1,21	2,43
$HCP_{05}$	0,06	0,15	0,42	0,07	0,11	0,37	0,04	0,10	0,18	0,10	0,11	0,43

Примітка: К – кушення; ВТ – вихід в трубку; НЗ – налив зерна

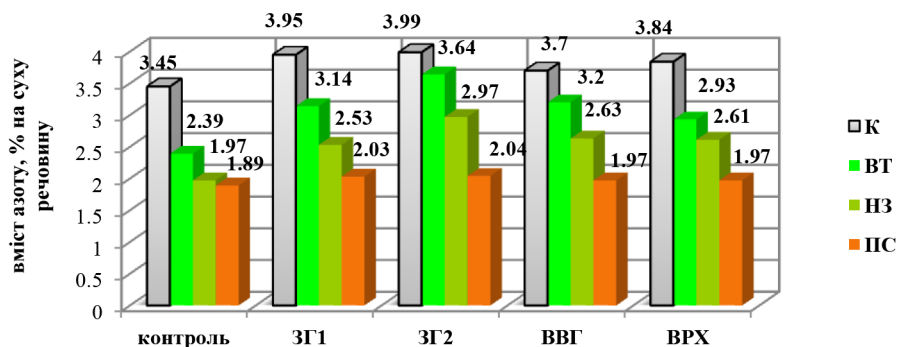


Рис. 3. Динаміка вмісту азоту за фазами росту

Примітка: К – кушення; ВТ – вихід в трубку; НЗ – налив зерна; ПЗ – повна стиглість;  $HCP_{05}$ : для фази кушення – 0,43; вихід в трубку – 0,36; налив зерна – 0,29; повна стиглість – 0,11

Вміст азоту в рослинах контрольного варіанту у фазу кушення коливався в межах 3,30–3,48 % залежно від сорту, при використанні витяжок з органічних добрив – 3,35–4,51 %: причому на дворянних сортах (Адапт та Еней) передпосівний обробіток насіння та одноразове обприскування на початку фази кушення витяжкою з ЗГ2 підвищувало вміст азоту в надземній масі рослин до 3,81 % та 4,51 %, що на 13,7 % та на 29,6 % перевищувало відповідні неудожені варіанти; використана таким же чином витяжка з ЗГ1 на шестирядному сорті Вакула підвищила вміст азоту на 16,7 %. В середньому за сортами, практично на одному рівні спрацювали препарати ЗГ1, ЗГ2, де вміст азоту коливався в межах 3,95–3,99 %.

До фази вихід в трубку було здійснено дві обробки по вегетації і мінімальний вплив на вміст азоту у вегетативній масі чинив екстракт з перегною ВРХ (+22,6 % до контролю), максимальний – ЗГ2 (+52,3 %).

У фазу наливу зерна – молочна стиглість концентрація азоту в сухій масі прапорцевого листа рослин ділянки з використанням ЗГ2 перевищувала контроль на 50,8 % на інших варіантах підвищення складало від 28,4 % (ЗГ1) до 32,5 % (ВРХ) та 33,5 % (ВВГ).

Поліпшення умов життєдіяльності рослин дозволило отримати підвищення врожаїв зерна ячменю ярого, яке в середньому за сортами склало від 12,9 % (ЗГ2) до 18,4 % (ЗГ1), але реакція на види органічних добрив за сортами була різною (рис. 4).

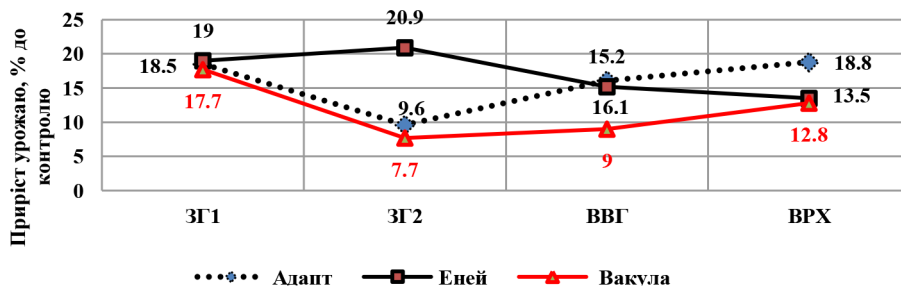


Рис. 4. Реакція сортів на види органічних добрив приростами врожаю

Дворянські сорти Адапт та Еней на кожному варіанті використання водних екстрактів забезпечили більші прирости відносно шестирядного сорту Вакула і за цією ознакою сорти розташовуються в наступний ряд: Еней > Адапт > Вакула.

Як ми вже відмічали, в науковій літературі відсутні відомості як щодо ефективності продуктів переробки органічного матеріалу *Hermetia illucens*, так і способу внесення органічних добрив, які ми вивчали. Але результати дворічних досліджень показують, що водні екстракти відходів виробництва грибів (ВВГ), перегною великої рогатої худоби (ВРХ) та відходів життєдіяльності *Hermetia illucens* можуть успішно використовуватися в системі органічного землеробства.

Для встановлення закономірностей формування врожаю ячменю ярого за варіантами дослідження, ми визначали елементи структури, до яких відносяться довжина колоса, кількість зерен у колосі, індивідуальна продуктивність колосу та маса 1000 зерен. Підвищити урожайність ячменю ярого можна шляхом збільшення продуктивності колоса через регулювання етапів органогенезу конуса наростання за допомогою удобрювальних речовин. Абсолютні показники рівня врожаю та його елементів в середньому за сортами та роками досліджень характеризує рис. 5.

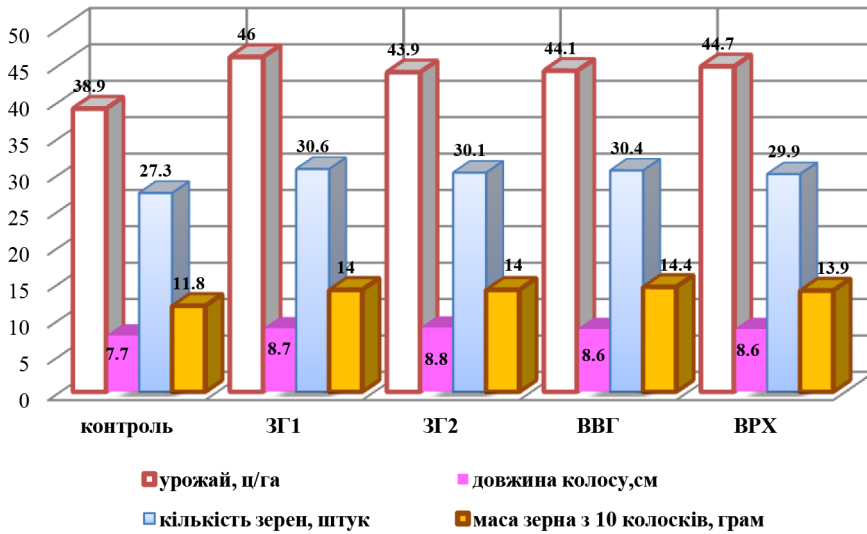


Рис. 5. Урожай та елементи його структури (середнє за сортами)

Обробіток посівів ячменю водними витяжками з органічних добрив сприяли збільшенню довжини колосу всіх сортів на величину, що перевищувала величину найменшої суттєвої різниці (рис. 6).

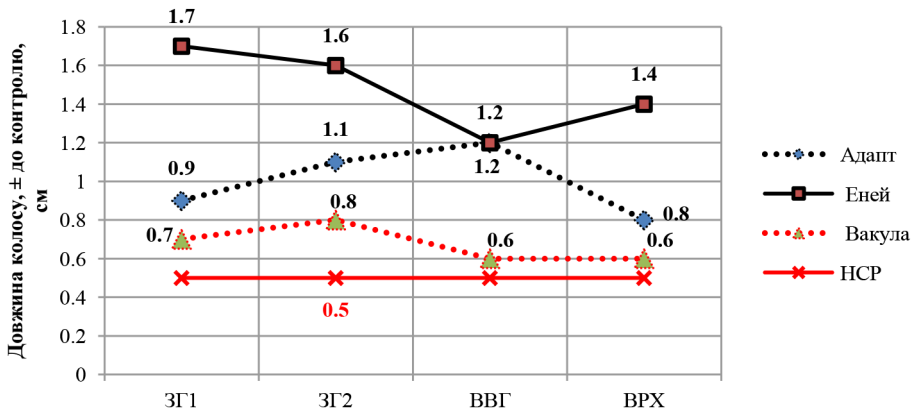


Рис. 6. Довжина колосу, відносно контрольного варіанту

Вплив препаратів на озерненість колосу був досить різноплановий за сортами (рис. 7).

Так, на сорті Адапт кількість зерен в колосі не суттєво перевищувала контрольний варіант (за виключенням водної витяжки з ВВГ); озерненість колосу сортів Еней та Вакула суттєво зростала на всіх варіантах.

Маса зерна з колосу за варіантами використання водних витяжок коливалася в інтервалах 1,23–1,30 г (Адапт); 1,20–1,40 г (Еней) та 1,56–1,73 г (Вакула). Абсолютна величина продуктивності колосу на сорті Вакула перевищує інші два сорти, але її зростання по відношенню до контрольного варіанту було максимальним на сорті Еней і складало від 27,9 % до 44,5 %, в той час як на сорті Вакула – від

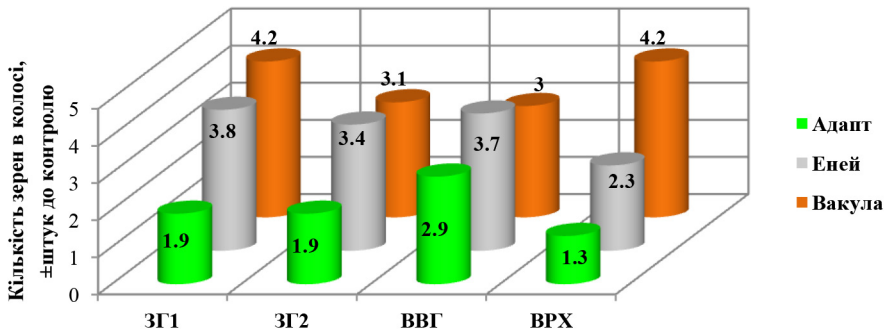


Рис. 7. Різниця в озерненості колосу за сортами та варіантами досліджу

6,4 % до 16,0 %, на сорті Адапт прирости цього показника коливалися в інтервалі 10,6–15,9 % (рис. 7).

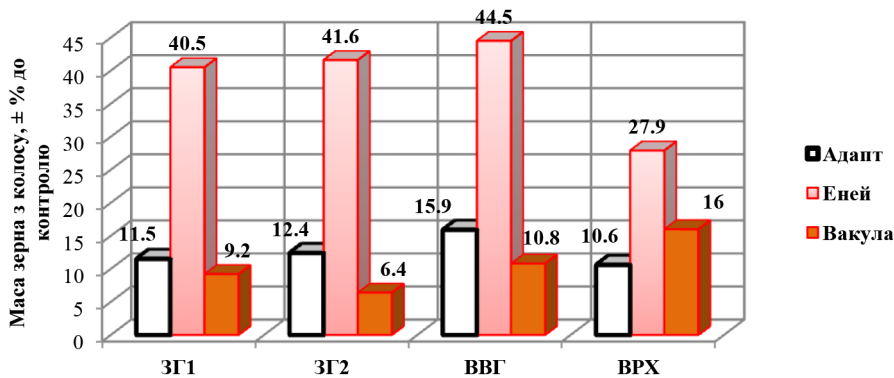


Рис. 7. Індивідуальна продуктивність колосу дослідних варіантів відносно контролю

В середньому за два роки мінливість показника індивідуальної продуктивності колосу за варіантами живлення коливалася від 23,6 % до 35,3 %, а з врахуванням сортових відмінностей: на сорті Адапт – від 7,9 % до 21,0 %, Еней – 2,9–19,7 %, Вакула – 20,7–38,6 %. В посушливий 2025 рік варіабельність цього показника коливалася в більш широкому інтервалі проти 2024 року. Аналогічні відмінності в ступені варіабельності спостерігали в параметрах довжини колосу та його озерненості. В середньому за два роки мінімальна мінливість за варіантами досліджу відмічена за ознакою висоти рослин : 6,9–10,9 %.

Накопичення інформації про істотність внеску окремих ознак у формування врожаю дає змогу розробити прийоми ефективного впливу на процеси вирощування, що є особливо важливим в сучасних умовах кліматичних змін та погодних катаклізмів. Результати кореляційного аналізу вказують на наявність високої прямої залежності між рівнем урожаю та структурними елементами колосу, коефіцієнти кореляції та регресії коливалися практично в одному інтервалі:  $r = 0,92-0,93$ ;  $R = 0,92-0,97$ . Передбачені за результатами регресійного аналізу величини врожайності не суттєво відрізнялися від фактичних: стандартна помилка складала від 8,3 % до 10,9 %. Кореляційний зв'язок продуктивності посіву з масою 1000 зерен в середньому за сортами мав середній ступінь ( $r = 0,72$ ), і між дворядними

сортами коливався від 0,54 (Еней) та 0,65 (Адапт) до високого – для шестирядного сорту Вакула ( $r = 0,97$ ).

Також встановлені високі позитивні коефіцієнти кореляції між урожаєм та вмістом азоту в структурних елементах рослин ячменю ярого за фазами росту та концентрацією азоту в зерні з цими ж ознаками (табл. 4).

Таблиця 4

## Коефіцієнти кореляції

Вміст азоту за фазами:	Урожай	Концентрація азоту в зерні
кущення	0,86	0,97
вихід в трубку	0,70	0,90
налив зерна	0,74	0,86

Помилка прогнозованого вмісту концентрації азоту в зерні дуже невелика і дорівнювала 0,10–0,14 абсолютних відсотка, а рівняння регресії мали наступний вигляд:

$$N_{nc} = -0,026x^2 + 0,164x + 1,77; \quad (1)$$

$$N_{nc} = 0,0167x^3 - 0,176x^2 + 0,558x + 1,49, \quad (2)$$

де  $N_{nc}$  – вміст азоту в зерні ячменю ярого, % на суху речовину;  $X$  – вміст азоту в вегетативній масі ячменю ярого у фазу кущення або виходу в трубку, % на суху речовину.

Для першого рівняння  $R^2 = 0,712$ , для другого, яке є більш точним – 0,99.

**Висновки.** Впродовж досліджень 2024–2025 рр. була показана можливість використання традиційного органічного добрива (перегній ВРХ), ферментованого субстрату після культивування грибів (ВВГ) та продуктів переробки органічної речовини личинками мухи *Hermetia illucens* у вигляді водних екстрактів на посівах ячменю ярого трьох сортів.

Препарати підвищували індивідуальну продуктивність колосу в залежності від сорту від 10,6 % до 44,5 %. Встановлені високі позитивні коефіцієнти кореляції між урожаєм і таким елементами структури колосу, як його довжина, кількість зерен та маса зерна  $r = 0,92–0,97$ .

Сумарна дія передпосівного обробітку та внесення по вегетації суттєво від 13,7 % до 29,6 % підвищували вміст азоту в структурних елементах рослин за фазами вегетації. Визначено, що коефіцієнти кореляції між урожаєм та вмістом азоту в вегетативній масі ячменю ярого на ранніх фазах розвитку (кущення, вихід в трубку) дорівнювали 0,86–0,70, але максимально вміст азоту у вказаних фазах впливав на його концентрацію в зерні  $r = 0,97–0,90$ .

Дія препаратів за роками не стабільна, погодні умови визначають велику варіабельність показників, але в середньому за два роки на дослідних варіантах отримали урожай зерна ячменю ярого ЗГ1 – 4,6 т/га (+18,4 %); ЗГ2 – 4,47 т/га (+15,0 %); ВВГ – 4,41 т/га (+13,5 %) та ВРХ – 4,39 т/га (+12,9 %).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dzhuz V. M., Bondarenko L. V. *Hermetia illucens* in industrial production: technologies, strategies and prospects. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. т 27. № 103. С. 113–120. doi: org/ 10.32718/nvlvet-a10313

2. Кость Н. Р., Швед О. В., Василюк С. В. Тестування можливості переробки личинками *Hermetia illucens* забруднених мікотоксинами відходів агропромислового комплексу. *Chemistry, Technology and Application of Substances*. 2024. Vol. 7. No. 1. P. 165–170. doi.org/10.23939/ctas2024.01.165
3. Молчанова О. Д., Маркіна Т. Ю., Баркар В. П., Трібунцова О.Б. Переробка відходів рослинного походження личинками мухи чорна львинка (*Hermetia illucens*). *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 3. С. 66 – 74. doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3(111)
4. Роботи у Франції вирощуватимуть жуків для виробництва добрив URL: <https://kurkul.com/news/14666-roboti-u-frantsiyi-viroschuvatimut-jukiv-dlya-virobnitstva-dobriv> (дата звернення 06.01.2026 р.)
5. Іванова Т. В., Підмаркова К. А., Патица М. В. Біоконверсія органічних речовин печеричних субстратів у біогумус за допомогою біопрепарату Екстракон. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12 (801). С. 30–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201912-04>
6. Спосіб трансформації органічних речовин печеричних субстратів в біогумус: пат.134560 Україна: МПК (2019. 01); заявл. 21.12.18; опубл. 27.05.2019. 9 с./Т. В. Іванова, М. В. Патица, К. О. Підмаркова.
7. Ковальов М. М. Грунтовий спосіб утилізації відпрацьованих грибних блоків за попередньою обробкою ЕМ препаратами. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 51–59. doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.8
8. Жмур Н. В., Брусило О. О. Сучасний стан утилізації побутових відходів. *Юридичний вісник*. 2024. 2 (71). С. 170–178. doi.org/10.18372/2307-9061.71.18806
9. Каспшак С. О., Михайлюк О. Л. Проблеми утилізації відходів Одеської області. *Минуле, Сучасне, Майбутнє*: матеріали студ. дистанційної наук.-практ. конф.: Одеський національний економічний університет, 2024. Вип. 14. С. 68–70.
10. Утилізація, вивезення, переробка відходів в Одесі, Одеській області від «ЕКОВДМ». URL: <https://ekovdm.com.ua/utilizatsiya-otkhodov-vodesskoj-oblasti> (дата звернення 14.01.2026).
11. Крутякова В. І., Маркіна Т. Ю., Молчанова О. Д., Ольшевська Л. В. Вирощування мухи чорна львинка на відходах рослинного походження. «Перспективи розвитку регіонального виробництва і застосування біологічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб»: матеріали міжн. семінару (онлайн) з нагоди міжн. року здоров'я рослин, 10–11 вер. 2020 р. Одеса, 2020. С. 111–113.
12. Баркар В. П., Трібунцова О. Б. Використання відходів ентомологічного виробництва для вирощування мухи чорна львинка. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 12 (837). С. 48–53. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202212-07>
13. Meneguz M., Schiavone A., Dama A., Lussiana C., Renna M., Gasco L. Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Available to <http://hdl.handle.net/2318/1669138>. doi.org/10.1002/jsfa.9127
14. Rehman K. U., Hollah C., Wiesotzki K., Rehman R. U., Rehman A. U., Zhang J., Zheng L., Nienaber T., Heinz V., Aganovic K. Black soldier fly, *Hermetia illucens* as a potential innovative and environmentally friendly tool for organic waste management: A mini-review. *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*. 2023. Vol. 41(1). 81–97. <https://doi.org/10.1177/0734242X221105441>
15. Salomone R., Saija G., Mondello G., Giannetto A. Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production XXX*. 2016. P. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.154>
16. Liu C., Wang C., Yao H. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). *Animals*.

2019. 9 (6). <https://doi.org/10.3390/ani9060349> URL: <https://www.researchgate.net/publication/333763722> (дата звернення 15.01.2026).

17. Вирощування грибів виробляє втричі більшу вагу відходів. URL: <https://mushroommatter.com/uk/global-news/item/699-mushroom-cultivation-produces-three-times-its-weight-in-waste-it-s-now-being-turned-into-burgers-and-fertiliser> (дата звернення 15.01.2026).

18. Ковальов М. М., Михайлова Д. Ферментація відпрацьованих грибних блоків ЕМ-препаратами для отримання компосту. Матеріали міжн. наук. інтернет-конф. «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика». Тернопіль, 2019. С. 110–113.

19. Ковальов М. М., Резніченко В. П., Звездун О. М. Отримання біокомпосту за використання ЕМ препаратів. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*. (20 листопада 2020 р.) С. 78–80. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a0a8fcfc-bee5-4e75-ae14-4e20b38a757c/content> (дата звернення 10.01.2026).

20. Ковальов М. Розробка енергозберігаючої технології замкнутого циклу виробництва при інтенсивному вирощуванні грибів. С. 372–404. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-355-2-14> URL: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/371/10218/21302-1?inline=1> (дата звернення: 15.01.2026).

21. Голуб Г., Гайденок О. Диверсифікація виробництва: біоконверсія, енергетика та вирощування грибів. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8379-dyversyfikatsiia-vyrobnytstva-biokonversiiia-enerhetyka-ta-vyroschuvannia-hrybiv.html> (дата звернення: 15.01.2026).

22. Тихомирова Т. С., Шестопалов О. В., Разно М. Р., Кочетов М. С. Дослідження впливу складу компосту на його здатність покращувати якість ґрунтів. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 72–78. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.25.12>

23. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 15.01.2026).

24. Бурикiна С. І., Ходорчук В. Я. Посiвнi якостi насiння пшеницi та ячменю озимих при використаннi витяжок з органiчних добрив. *Вiсник аграрної науки*. 2024. № 4 (853). С. 16–21. [doi.org/10.31073/agrovisnyk202404-02](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202404-02)

25. Сергеев Л. А., Бурикiна С. І. Якість насiння салату посiвного за передпосiвної обробки витяжками з органiчних добрив. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 146–150. [doi.org/10.32848/agra.innov.2024.23.22](https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.23.22)

26. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: навч. посібник / Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон : Айлант, 2008. 372 с.

27. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: ТОВ «ПоліграфКонсалтинг», 2007. 55 с.

28. Ходорчук В. Я., Бурикiна С. І., Скрильник Є. В. Властивостi біогумусу, отриманого за допомогою пупарій *HERMETIA ILLUCENS*. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*: зб. матеріалів III Всеукраїнської наук.-практ. конф. Одеса, 2023. С. 18–21. <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4446/1/20.pdf>

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026