

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ
НАУК УКРАЇНИ»

**СУЧАСНІ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЗА ОРГАНІЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Науково-методичні рекомендації

За редакцією С.Е. Дегодюка

Вінниця
2025

*Рекомендовано та затверджено до друку рішенням
Вченої ради ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол №10 від 6 жовтня 2025 р.)*

Рецензенти:

Д.В. Літвінов – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.К. Душечкіна, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

І.В. Мартинюк – доктор с.-г. наук, с.н.с., головний науковий співробітник відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «ІЗ НААН»

С 89 Сучасні системи удобрення за органічного виробництва сільськогосподарської продукції / Дегодюк С.Е., Мулярчук А.О., Штакал В.М., Коробко А.В., Худолєєв І.В. / за ред. С.Е. Дегодюка. – Вінниця : ТВОРИ, 2025. – 64 с.

ISBN 978-617-8835-90-3

Створено науково-методичні рекомендації щодо розробки сучасних органічних систем удобрення та оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур у господарствах органічного спрямування зони Лісостепу з максимальним залученням місцевих відновлюваних ресурсів, а також органо-мінеральних біоактивних добрив на основі дигестату біогазових установок із використанням компонентів дозволених міжнародними стандартами органічного землеробства.

Призначені для спеціалістів сільськогосподарських підприємств усіх форм власності та науково-дослідних установ, студентів і викладачів навчальних закладів сільськогосподарського профілю.

УДК 504:631; 631.4; 631.147

ISBN 978-617-8835-90-3

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025

© ТОВ «ТВОРИ», 2025

Зміст

Вступ	4
1. Особливості мінерального живлення рослин за органічного землеробства	5
1.1. Органічна система землеробства	5
2. Основні види добрив в органічному землеробстві	7
2.1. Органічні добрива і продукти мінерального походження дозволені Міжнародною федерацією руху з органічного сільського господарства.	7
2.2. Гуматні добрива в органічному землеробстві	9
2.3. Антистресанти в органічному виробництві	11
2.4. Технологічні аспекти створення орґано-мінеральних біоактивних добрив для органічного землеробства.	12
2.5. Особливості застосування добрив побічної продукції рослинництва	16
2.6. Культура сидерації за органічного виробництва	17
3. Відтворення потенційної родючості ґрунту в органічному землеробстві	21
3.1. Експериментальна частина рекомендацій	22
3.1.1 Умови і методика проведення досліджень	22
3.1.2 Методика проведення досліджень	23
3.1.3 Погодні умови вегетаційного періоду 2021–2025 рр.	25
4. Теоретичні основи оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві	29
4.1. Вплив органічних добрив у польовому досліді на агрохімічні показники сірого лісового ґрунту	29
5. Біологічна та мікробіологічна активність сірого лісового ґрунту за органічних систем удобрення	35
5.1. Особливості функціонування мікробного ценозу ґрунту в агроценозі вівса та пшениці озимої	35
5.2. Спрямованість мікробіологічних процесів в орному шарі сірого лісового ґрунту	39
5.3. Біологічна активність сірого лісового ґрунту в агроценозах вівса та пшениці озимої	40
6. Урожайність та продуктивність культур короткоротаційної сівозміни за органічного землеробства	43
6.1. Урожайність культур польової сівозміни за органічних систем удобрення	43
6.2. Продуктивність польової сівозміни за 2021–2025 рр.	48
7. Якість основної продукції за застосування органічних добрив	51
8. Економічна ефективність органічних систем удобрення в польовій сівозміні	56
Список літератури	62

Вступ

Основною метою Європейського зеленого курсу є ефективне споживання ресурсів, одержання інвестицій, скорочення викидів парникових газів та впровадження інноваційних технологій зі збереження довкілля. Ключовим напрямом ЄЗК є зменшення забруднення навколишнього середовища, встановлення біорізноманіття, розвиток стратегії «Від лану до столу». Ця стратегія спрямована на скорочення використання до 2030 р. пестицидів і антибіотиків на 50%, мінеральних добрив на 20% за умови збереження родючості ґрунту. Крім того, стратегія передбачає збільшення органічної продукції за рахунок розширення сільськогосподарських земель господарств органічного землеробства до 25% від загальної площі земель агровиробників.

На сьогодні в Європі загальна площа органічного виробництва сільськогосподарської продукції становить 13,8 млн га, що сягає 8,5 % від загальної площі в обробітку. В Україні загальна площа угідь з органічним статусом становить близько 500 тис га, або 1,1% від загальної площі сільськогосподарських земель. На перспективу до 2030 р. планується збільшення площ для виробництва органічної продукції на 3 %, або 1,3 млн га.

Органічне землеробство – окремий напрям виробничої діяльності агросфери, що передбачає її пом'якшення шляхом заборони застосування хімічних засобів в удобренні і захисті рослин. Це несе певні незручності для операторів у плані збереження, або підвищення потенційної родючості ґрунтів. Асортимент добрив, дозволених в органічному землеробстві міжнародними стандартами досить широкий, але для України обмежений тими традиційними ресурсами, які вона практично має – це побічна продукція рослинництва, біопрепарати та меліоранти. В умовах зміни клімату форми сидерації здебільшого малоефективні – поукісна, поживна, зайняті пари економічно не вигідні, а підсівна сидерація вимагає додаткового вивчення [16]. Тому, цим дослідженням передбачено вивчення таких ресурсів для аграрного виробника, як побічна продукція, біопрепарати. Перспективним напрямом за сучасних технологій є застосування і вивчення ефективності нового покоління полікомпонентних органо-мінеральних біоактивних добрив, виготовлених на основі органічних і мінеральних препаратів, дозволених міжнародними стандартами Міжнародної федерації руху за сільське господарство (IFOAM).

1. ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

1.1. Органічна система землеробства

Органічна система землеробства розглядається як метод ведення аграрного виробництва, що забезпечує позитивний баланс в агроценозах, який передбачає збереження якості земель для майбутніх поколінь з виключенням застосування генетично модифікованих і хімічних речовин [17]. Органічне землеробство побудовано на принциповій забороні будь-яких добрив синтетичного походження, промислових агрохімікатів, для боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами і не обмежене лише засобами живлення рослини. Органічне землеробство слід розглядати як філософську світоглядну категорію, де оператор, вибравши цей напрям усвідомлено впливає на покращання себе і навколишнього природного середовища, розуміння того, що рослина – це жива субстанція, яка має інформаційний простір і вона реагує позитивно або негативно на агротехнології, які застосовує землеробство.

За І. Овсінським, рослина для того, щоб боротися за виживання потребує стресу (боронування посівів, обрізування тощо), тоді вона програмується на збільшення репродуктивної маси. Органічне землеробство – це продумана система сівозмін, де обов'язковим елементом має бути бобовий компонент. Тому багаторічні трави, зернобобові культури (горох, люпин, боби, нут, та ін.) необхідна складова органічного землеробства – чим більше бобових культур, тим краще забезпечується азотне живлення рослин, яке в органічному землеробстві є обмежувальним чинником у формуванні урожайності, адже бульбочкові бактерії у ризосфері бобових культур – природне джерело зв'язування у доступній для рослин формі атмосферного азоту.

Особливої уваги в органічному землеробстві надається обробітку ґрунту. Вітчизняна наука класифікує основний обробіток ґрунту до 8 см, як поверхневий, від 8 до 16см, як мілкий від 16 до 24 як звичайний і більше 24 см як глибокий [5]. Для органічного землеробства заходи по обробітку ґрунту поділяються на основний, передпосівний і післяпосівний без ознак

диференціації по різноглибинності. А втім у міжнародних стандартах закладено рекомендацію дотримання мілкового обробітку ґрунту на 5–7 см, що забезпечує комфортні умови для розвитку у верхній товщі ґрунту дощових черв'яків, як джерело капролітів – природного біогумусу [21].

Досвід українських фермерів Теплинського р-ну Вінницької обл. засвідчив, що мінімальний обробіток ґрунту до 5 см впродовж 15 років за системою землеробства І. Овсінського, створив ідеальні умови для розвитку дощових черв'яків із забезпеченням оптимального мінерального живлення рослин без внесення будь-яких мінеральних добрив, але за умови залишення на ній всієї побічної продукції рослинництва.

Досить вразливою ланкою органічного землеробства є відмова від хімічних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників й бур'янів, але і в цій справі системний підхід дозволяє адаптуватись до агротехнічних і біологічних засобів, що забезпечують здоров'я рослин. Виснаження бур'янів підрізанням і боронуванням забезпечує чистіші посіви, ніж за застосування гербіцидів, які, як правило, мають вибіркову дію. В країнах ЄС існує практика залишення між полями трав'яних зелених смуг, де поширюють природне розведення ентомофагів-ворогів шкідливих комах. Однак найважливішою складовою органічного землеробства є турбота про оптимізацію їх мінерального живлення за рахунок відновлюваних органічних ресурсів [1].

2. ОСНОВНІ ВИДИ ДОБРИВ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Характерною особливістю набору органічних добрив, номенклатуру яких визначено стандартами Міжнародної федерації руху за органічне сільське господарство (IFOAM), є їх різноманітність і однокомпонентність:

2.1. Органічні добрива і продукти мінерального походження дозволені Міжнародною федерацією руху з органічного сільського господарства.

Добрива органічного походження: підстилковий гній, безпідстилковий гній, напіврідкий і рідкий гній, пташиний послід різних видів. Усі ці добрива підлягають застосуванню в органічному землеробстві за умови органічного виробництва на птахівницьких і тваринницьких фермерах. Вимоги до цих господарств полягають у невеликій кількості скупчення тварин і птахів в одному господарстві для яких створено комфортні умови їх вільного утримання із наближенням до природніх: вигули, пасовища, вольєри із зручностями для їх мешканців.

Гній чи послід, від таких ферм надходить, як добриво, на поля органічних господарств або для розмноження дощових хробаків з метою виготовлення біогумусу. Замкнена технологія ферм, органічного землеробства для України є проблематична, у зв'язку із низьким поширенням органічного тваринництва.

Добрива з відходів харчової промисловості: кров'яне борошно, м'ясне борошно, кісткове борошно, рогове і копитне борошно, а також відходи риб, вовни, волосся, молочних продуктів – в Україні також не мають значного поширення і застосування їх в органічному землеробстві.

Побічні продукти переробки рослинного і тваринного походження – відходи кормових і олійних культур, барда пивоварної і спиртової промисловості (в Україні є певні ресурси, але не пристосовані для потреб органічного землеробства).

Рослинні рештки: побічна продукція рослинництва (основний вид добрив для органічного землеробства в Україні), залишки овочевої продукції, зелені

добрива (сидерати – перспективні в Україні, але не пристосовані до змін клімату), а також дерев’яний попіл деревна кора, тирса.

Добрива природного походження: водорості та їх продукти (не маємо традиції застосування), а також поширені у нас торф низинний, перехідний і верховий, сапропелі озерні, леонардит, буре вугілля – найперспективніші матеріали у майбутніх технологіях для виготовлення органо-мінеральних біоактивних добрив; грибний субстрат; міські органічні відходи (контрольовані), а також компости виготовлені з перелічених складових (найвірогідніші технології в утилізації відходів).

Продукти мінерального походження: вапняк, крейда, доломіт, мергель, гіпс, дефекат, хлорид кальцію, кізерит (гідратований сульфат магнію); мінеральні калійні солі – сульфат калію, хлорид калію, каїніт, сильвініт (без збагачення за допомогою хімічних процесів); нейтральні природні фосфати – фосфоритне борошно, зернисті фосфорити, агрофоска (методом елементарно-магнітної сепарації); глиноземи: бентоніт, перліт, вермикуліт, цеоліт (в технологіях виготовлення органо-мінеральних біоактивних добрив, ґрунтосумішей).

Продукти мікробіологічного походження: продукти перероблення мікробіологічного виробництва (фугат біогазових установок), біоактивні препарати лігносульфату калію (паперова промисловість).

Частина запропонованих препаратів придатні для прямого застосування як добрива, а більшість потребують переробки – біоконверсій, компостування з переходом від простих компонентів до створення полікомпонентних біоактивних добрив, що є пріоритетом наших досліджень розроблення рецептури і технологічних ліній їх адресного застосування.

Усі названі органічні і мінеральні компоненти розраховані на традиційні макродози прийнятих для органічних, мінеральних добрив і компостів і ними користується весь світ.

Органо-мінеральні біоактивні добрива (ОМБД) . Залучення будь-яких органічних відходів компостування за взаємодії їх з мінеральними

компонентами і ґрунтової біоти в одній гранулі – найефективніший напрямок для створення нового покоління полікомпонентних органо-мінеральних біоактивних добрив, які внаслідок біоконверсії набувають ознак гуміфікації з посиленням сорбційних, меліоративних і біотичних властивостей, що забезпечує високу ефективність за внесення їх у мезодозах – в органічному землеробстві у межах 1-2 т/га, тоді як традиційні дози гною для органічного землеробства не перевищують 30 т/га, компостів – 15 т/га, але з одержанням вищого ефекту порівняно з первісною сировиною [19].

Виготовлення ОМБД для потреб органічного землеробства забезпечуватиме їх застосування в основне удобрення в основних дозах 1-2 т/га, локально – 0,5-1,0 т/га, за посіву – 0,12-0,3 т/га. Їх застосування компенсує відсутність азотних добрив і забезпечить відтворення агрохімічних показників родючості ґрунту на рівні середніх доз органічних і мінеральних добрив внаслідок оптимізації біологічної активності ґрунту.

2.2. Гуматні добрива в органічному землеробстві

Серед широкого асортименту гуматних добрив для органічного виробництва дозволено до застосування тільки ті їх види, витяжки яких одержані на природній основі. Гуматні добрива, на витяжках КОН, NaOH, NH₄OH вважаються хімічними препаратами і для застосування в органічному землеробстві не допускаються. Вітчизняний виробник (ТОВ «Агрофірма Гермес», м. Краматорськ Донецької обл.) поставляє на ринок гуматні добрива Гумісол і Гуміам, виготовлених за органічною рецептурою.

Мікроелементи. Застосування мікроелементів органічним оператором сертифікації чи іншим уповноваженим органом. До точних мікроелементів віднесено бор, мідь, молібден, цинк, залізо, магній.

Насиченість українського ринку добрив мікроелементами від вітчизняних і зарубіжних виробників, настільки різноманітна, що в органічному оператору легко розгубитися перед їх вибором. Найперше правило – потрібно перевірити чи пройшов продукт сертифікацію в Україні через ТОВ «Органік стандарт», яка

тісно співпрацює із швейцарськими фірмами у плані експертизи добрив, вироблених для потреб органічного землеробства.

У виданні «Перелік продуктів для використання в органічному господарстві згідно зі стандартами МАОС (міжнародних акредитованих органів сертифікації), з органічного виробництва і переробки», що еквівалентний постановам ЄС № 834/2007 та № 889-2008 – наведено моно- і полікомпонентні мікродобрива для широкого спектра сільськогосподарських культур.

Однокомпонентні мікродобрива перелічені для ґрунтового і позакореневого підживлення (В, Мп, Сu, Мо, Zn, Fe), представлених вітчизняними фірмами, зокрема групою компаній «Ярило», ТОВ «Екоорганік», Т.Д. «Флорента». В їх арсеналі - полікомпонентні схелатизовані мікродобрива із спеціалізацією для органічного землеробства з вмістом Сu – 8,5 мг/л, Fe – 3,8, Zn – 2,0, Мп – 2,5, Со – 0,2, В – 2,5 г/л («Урожай органік»). група макроелементів «Florenta» крім мікроелементів включають макроелементи: N – 32–35 г/л, К – 40–44, SO₃ – 30–32г/л, органічні кислоти – 78–82 г/л.

Для посилення ефективності мікроелементів на сучасному ринку поширені рідкі гуматні добрива з включенням мікроелементів у вигляді цитратів (Fe, Сu, Zn, Со, Мо, Мп, В) та фітогормонів, вітамінів, корисної мікрофлори, що наближаються до властивостей антистресантів [4].

Деякі з цих добрив крім гуматної основи включають мікроелементи N, P, K, S, Ca, Mg, фульвокислоти, рістактивуючі речовини, що впливають на метаболізм рослин за несприятливих погодних умов.

У ґрунтах України переважно у дефіциті знаходяться бор, мідь, цинк, кобальт. Найбільша потреба у мікроелементах виникає на ґрунтах із низьким рівнем показників родючості зони Полісся, Ефективними вони є і для ґрунтів Лісостепу. Степові ґрунти достатньо забезпечені міддю, кобальтом, марганцем, який на окремих відмінах зв'язаний у важкорозчинні форми. Потреба у мікроелементах зростає там, де із систем удобрення вилучено гній. Орієнтиром для органічного оператора є встановлення необхідності у внесенні мікродобрив, яке настає за вмісту бору менше ніж 0,1 мг/кг ґрунту. Нестача марганцю

характерна для ґрунтів із нейтральною або лужною реакцією, за вмісту молібдену менше 0,5 мг/кг ґрунту на нейтральних ґрунтах – менше 10 мг/кг [13].

Мікродобрива застосовують для оброблення насіння, за внесення у складі хелатних розчинів для позакореневого підживлення рослин у бакових сумішах. Мікродобрива – надійний супутник органічного оператора.

2.3. Антистресанти в органічному виробництві

Зміни клімату, що супроводжуються створенням екстремальних умов для росту і розвитку рослин, визначили новий напрям в управлінні фізіологічними процесами мінерального живлення рослин під назвою препаратів-антистресантів, які діють на гормональному їх рівні. Антистресанти мають у своєму складі амінокислоти, фітогормони, вітаміни, рістактивуючі речовини, корисну мікрофлору, гумати, органічні кислоти [2].

Для подолання стресових явищ визначено 3 гормонів росту, що формують життєві процеси у рослинному організмі: цитокініни, гіберелінова кислота, ауксин і два гормону стресу – етилен і абсцизова кислота. Цитокінін, що утворюється на кінчику кореневої системи є гормоном-трансформатором поживних речовин і взаємодіє з ауксином, що утворюється в наземних органах рослин і разом стимулюють ділення кореневої системи. Чим більше ауксину, тим інтенсивніше наростання кореневої системи і тим краще відбувається наростання надземної маси. Гіберелінова кислота регулює розмір клітин, формуючи висоту рослини і інтенсивність фотосинтезу. Етилен – газ, що регулює рух гормонів, який поділяється на контрольну функцію в рослині, забезпечуючи сигнал репродуктивної стиглості, ініціює процес цвітіння, плодоношення і спокою. Стресовий етилен виробляється в екстремальних ситуаціях. Як сигнал для синтезу захисних білків і подолання стресу. Достатнє забезпечення рослини елементами живлення, включаючи макро- і мікроелементи працюють як каталізатори і впливають на тривалість і ступінь гормональної активності рослини [20]. Багатофункціональна комплексність антистресантів, одержала свою назву завдяки прояву їх ефективності за

настання стресових явищ (посуха, перезволоження, градобій та ін.), впливаючи на посилення гормонального стану рослини її прагнення до виживання.

До препаратів-антистремантів слід віднести поширений у США Амінокат, в якому міститься до 8 % лізину, до 1 % гліцину та по 1 % фосфору і калію.

До антистресових препаратів відносяться продукція різних фірм, які внесені до «Переліку допоміжних продуктів для застосування в органічному сільському господарстві» з адресним призначенням для таких культур, як зернові, бобові, олійні, овочеві культури, коренеплоди, баштанні, прядильні та декоративні культури. Антистресанти застосовують для обробки посівного матеріалу, ґрунтового та позакореневого живлення.

2.4. Технологічні аспекти створення органо-мінеральних біоактивних добрив для органічного землеробства

Технологію виробництва органо-мінеральних біоактивних добрив на основі біоконверсії органічних речовин з привнесенням культивованої біоти ґрунту розроблено відділом агрохімії ННЦ «ІЗ НААН», яка може тиражуватись у господарствах будь-якої власності за наявності відновлюваних і не відновлюваних джерел органічної сировини. Якщо для традиційного виробництва необхідна будь-яка органічна сировина, то для органічного виробництва існує підхід, обумовлений використанням тільки тих матеріалів, які дозволені міжнародними стандартами органічного руху IFOAM. Створення композицій ОМБД і їх випробування показали, що для України найперспективнішими у цьому плані є озерні сапропелі, низинний торф, леонардит, буре вугілля. У складі ОМБД залишаються дозволені стандартами сорбенти, меліоранти та іонообмінники, культивована біота, але повністю виключені азотні, фосфорні і калійні добрива. Внаслідок підбору компонентів і біоконверсії в органічній масі відбуваються процеси розщеплення білкових і гумінових речовин до простих сполук, які стають доступними для мінерального живлення рослин. Особливо це відноситься до мінералізації азотних сполук, що

помітно вирішує проблему азотного живлення рослин в органічному землеробстві.

Науковою основою технологічних рішень за виробництва ОМБД є взаємодія в процесі біоконверсії між органічною і мінеральною частинами, внесених до їхнього складу компонентів. Органічна частина піддається мінералізації і гуміфікації з утворенням доступних для мінерального живлення рослин елементів та лабільних форм гумусу. Сорбційні властивості добрив запобігають непродуктивній мінералізації сполук азоту і вуглецю до простих елементів, що звітряються.

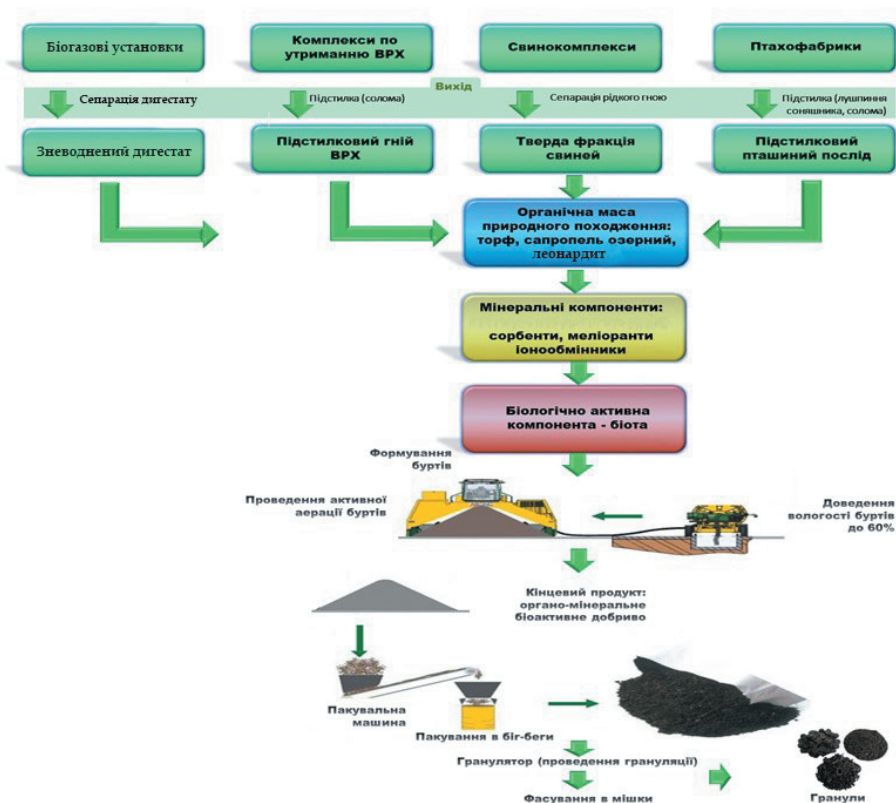
Основною функцією ОМБД за внесення їх у ґрунт є створення «зони комфорту» для кореневої системи рослин, що зумовлює оптимізацію фізико-хімічних властивостей ґрунтового розчину, поживного режиму, біологічної його активності, значного ефекту гуматної і ферментативної частини добрив. Цією полікомпонентністю дії на ґрунт і рослину пояснюється висока ефективність застосування орґано-мінеральних біоактивних добрив у низьких дозах.

Визначальною ознакою ОМБД є збагачення їх у процесі біоконверсії комплексними бактеріальними препаратами, що забезпечують активні та врівноважені процеси амоні-, нітри- і денітрифікації, посилюють фосфатомобілізувальну здатність завдяки нерозкладеній органічній речовині поживних решток, підвищують фіксацію атмосферного азоту кореневою системою сільськогосподарських культур. Завдяки біоконверсії в процесі виготовлення добрив втрачається токсичність (меркаптани, скатол, індол) та зникає непріємний запах, характерний для свіжої органічної маси птишиного посліду або гною.

Полікомпонентні орґано-мінеральні біоактивні добрива мають комплексну дію на поживний режим ґрунту: поліпшують вуглецеве і мінеральне живлення рослин; підвищують коефіцієнт використання основних поживних речовин як шляхом надходження їх з добривами, так і внаслідок біологічної трансформації органічних решток у ґрунті впродовж одного вегетаційного періоду завдяки урівноваженню процесів синтезу-деструкції,

включеної до складу ОМБД біоти; покращують водно-фізичні та іонообмінні властивості ґрунту.

На рис. представлено принципову схему компостування органічної речовини тваринного і антропогенного походження, що передбачає формування буртів із застосуванням підстилкового гною великої рогатої худоби, твердої фракції відходів свиногокомплексів, пташиного посліду разом із органічною масою природного походження – торфу, сапропелю озерного, бурого вугілля, дигестату біогазових установок із додаванням мінеральних компонентів (сорбентів, меліорантів і іонообмінників).



Принципова схема компостування органічної речовини антропогенного походження

Після проведення формування бурту до нього додається біологічно активна компонента – біота із доведенням компосту до вологості 60%. Періодично, під час проходження біоконверсії, через 7–10 днів проводиться активна аерація органічної маси самохідним або причепним аератором. Термін компостування становить 35–45 днів. Основний продукт – орґано-мінеральне біоактивне добриво в сипучій формі пакується в біґ-беґи.

Перспективним напрямом у виробництві орґано-мінеральних біоактивних добрив є застосування зневодненого дигестату біогазових установок. У 2025 р. за альтернативного виробництва зеленої енергетики в Україні вироблено близько 1,5–2 млн т дигестату на рідкій орґанічній основі.

Дигестат – продукт біоконверсії орґанічних відходів в анаеробних умовах, що супроводжується утворенням біогазу – відновлюваного енергетичного ресурсу придатного для виробництва електричної і теплової енергії.

У 2023–2025 рр. відділом агрохімії ННЦ «ІЗ НААН» розроблена технологія біоконверсії відходів біогазових установок на базі ТОВ «КАЛІПСО Біогаз» із загальним виробництвом біогазу 11 млн м³, та електроенергії – 1,1 ГВт за рік. Для виробництва біогазу використовується кукурудза на силос. Вихід рідкого дигестату 25 тис. м³ за рік.

Створено композицію орґано-мінеральних біоактивних добрив для орґанічного землеробства: ОМБД-орґанік – на основі зневодненого дигестату із додаванням мінеральних компонентів дозволених для орґанічного землеробства (ІFOAM); екоплат, природнє фосфорно-калійне добриво, сорбенту, меліоранта та комплексу біопрепаратів (агрономічно цінної біоти). Співвідношення поживних речовин у ОМБД-орґанік N_{1,8}P_{1,9}K_{3,5}.

Налагодження промислового виробництва ОМБД на орґанічній основі сапропелів озерних, леонардиту і торфу низинного та їх широке застосування орґанічними операторами зробило б їх конкурентоздатними у вирощуванні орґанічної продукції, її збуту на внутрішньому і зовнішньому ринках.

2.5. Особливості застосування добрив побічної продукції рослинництва

Філософію органічного землеробства побудовано на біологічному кругообігу біогенних елементів, наближених до природних ценозів. Науково обґрунтована сівозміна з введенням бобового компоненту, чергування просапних і зернових культур, збільшення на полі побічної продукції рослинництва є складовою цієї системи господарювання на землі.

До побічної продукції відносять солому озимих і ярих культур, стебла кукурудзи і соняшника, бадилля буряків та інші поживні рештки. Побічна продукція в органічному землеробстві відіграє важливі функції поповнення ґрунту поживними речовинами, частина їх повертається повторно для мінерального живлення рослин. З кожною тонною соломи або інших решток надходить до 800 і більше кг вуглецю, 4,0–5 кг/га азоту, до 0,8–1,8 кг/га P_2O_5 , 5,5 кг/га K_2O , до 9 кг/га кальцію, 2 кг/га магнію та сірки, мікроелементи [15, 18]. Ефективність залишеної на полі побічної продукції визначається рівномірністю її розподілу в подрібненому вигляді до 5–10 см. Особливо важливим є подрібнення стебел кукурудзи і соняшника до стану волокон, що забезпечує сучасна імпортна техніка. Неглибоке її зароблення у ґрунт мульчує його, запобігає втраті вологи, особливо у зонах нестачею вологи і є поживною базою для дощових хробаків.

В інтенсивному землеробстві можна довести солому до якості гною з внесенням компенсуючої дози азоту мінеральних добрив. В органічному роль компенсуючої дози можуть відігравати рідкі відходи тваринницьких ферм (гноївка). Втім за незначного поширення органічних тваринницьких ферм це питання залишається проблематичним. Іншим заміником компенсуючої дози азоту може бути біопрепарат біодеструктори. Їх застосування в рекомендованих дозах може забезпечити до 10–15 % приросту врожаю порівняно із дією соломи у чистому вигляді.

2.6. Культура сидерації за органічного виробництва

Сидерація – могутній чинник взаємодії біотичних і абіотичних процесів, що трансформують за допомогою мікрофлори речовини у засвоювані для рослин форми. Сидерати накопичують у ґрунті приблизно стільки ж корневих решток, як і надземної маси – 15–45 т/га. Розклад органічної речовини сидератів відбувається у ґрунті набагато швидше, ніж побічної продукції рослинництва, збагаченої на клітковину.

Органічне землеробство дотримується основних агротехнічних заходів з обробітку ґрунту, сівби, вирощування і заробляння добрив у ґрунт. Його особливість полягає в тому, що відмова від штучних азотних добрив спонукає до широкої сидерації бобовими культурами або бобово-злаковими сумішами.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності побічної продукції рослинництва є сумісне їх застосування із зеленою масою сидеральних культур. За набуття органічним оператором власного досвіду з підсівної сидерації зернових культур люпином, буркуном, ефективним заходом буде вирощування підпокровної культури з високим зрізом під час збирання соломи зернових. Підсів сидератів дорошується і залишається разом з подрібненою соломою і стернею до весни наступного року, відіграючи роль мульчі затримуючи вологу. За можливості, після пожнивної сидерації солому подрібнюють, дискують і після оранки у кінці липня висівають горох, або вику яру у сумішах з ріпаком ярим чи перко. У першій половині серпня висівають швидкорослі культури – гірчицю або редьку олійну, фацелію. Сидерат із соломою заорюють восени, або навесні.

Сполучення сидеральної культури із соломою уповільнює процеси мінералізації зеленої маси від 55 до 45 %, а гуміфікація підвищується до 0,25 %, тоді як без соломи – у 1,5 рази менше [22]. Такий аспект забезпечується тому, що співвідношення C:N у сидератах коливається у межах як: 20:25, а в соломі — 80:1. Додатковий енергетичний матеріал у вигляді вуглецю за наявності азоту сидератів раціональніше синтезується у гумусні сполуки, ніж це відбувається в окремо взятих компонентах.

Для не стандартних ситуаціях, коли в органічного оператора відсутні компенсуючі матеріали, а застосування азотних добрив не дозволене найкращий вихід із положення полягатиме у залишенні на поверхні поля подрібненої маси побічної продукції без заробляння її у ґрунт, що дає можливість часткової трансформації лігніну під дією вологи, окиснення аеробними мікроорганізмами до певної мінералізації з відсутністю негативної дії на наступну культуру, яка буде висіяна по ній. Адже у свіжій соломі виділено низку похідних фенолу, розчинних форм саліцилової і дегідростеаринової кислот та інших органічних кислот, що є фітотоксичними і затримують розвиток кореневої системи рослини. Частково мінералізована маса соломи на поверхні ґрунту усуває цю загрозу. Процеси трансформації соломи у ґрунті сприяють мінералізації до 46 % соломистих решток, за 1,5–2 роки – 80 %. Новоутворення гумусу за цей час становить 90–100 кг/т, поновлюючи його лабільний фонд, що є джерелом мінерального живлення рослин. Поєднання в системах удобрення органічного землеробства соломи і сидератів і його технологічні рішення в майбутньому наукою і виробництвом забезпечить широке впровадження цього ефективного агрономічного і екологічного заходу [14].

У світовій культурі сидерації застосовують понад 60 різновидів бобових, капустяних і злакових культур як окремо, так і в їх сумішах.

Зелені добрива певною мірою зближують умови агроценозів з біоценозами і оптимізують умови мінерального живлення культури, під яку їх застосовують. У цьому плані придатність культур на добриво визначається не лише їх азотфіксувальним потенціалом, але і потужністю кореневої системи, а також ефектом оструктурювання ґрунту.

Вибір сидерату визначається біологічними особливостями рослини, включаючи відношення до рівня ґрунтової родючості з урахуванням вмісту гумусу і елементів живлення, важлива також реакція ґрунтового розчину.

Такі злакові культури, як жито озиме і його різновидності (зеленоукісне і багаторічне), овес, пажитниця, переносять підвищену кислотність ґрунту і невеликий вміст у ньому поживних речовин.

Бобові, на відміну від злакових, краще ростуть на родючих ґрунтах (за винятком багаторічного люпину), не потребують додаткового внесення азоту, але не миряться із забур'яненістю полів і не можуть за короткий період вегетації наростити значну біомасу.

Капустяні культури краще ростуть на родючих ґрунтах, пригнічуються бур'янами, негативно реагують на нестачу вологи, дефіцит азоту. Вони потребують високого рівня культури землеробства, за винятком редьки олійної, яка за своєю потребою до ґрунтових умов відрізняється від інших капустяних відносною невибагливістю.

Для післяжнивної сівби, незалежно від її призначення, придатні лише ті культури, які є, перш за все, скоростиглими, нечутливими до низьких температур повітря і ґрунту та до зменшення інтенсивності сонячної радіації і світлового дня, холодо- і морозостійкими. Такими скоростиглими і невибагливими до тепла є рослини з родини капустяних, кращими з них є суріпиці яра і озима, гірчиця біла, редька олійна, ріпак озимий і ярий.

Форми сидерації. Вибір форми сидерації диктується ґрунтово-кліматичними і економічними умовами виробника сільськогосподарської продукції. Форми сидерації визначаються вибором способу висіву або підсіву сидеральних культур. Розрізняють такі форми сидерації:

Основна (самотійна) – полягає у застосуванні отави багаторічних і однорічних трав на зелене добриво та у заміні чорного пару на сидеральний. Парозаймаючі культури висівають восени або навесні із застосуванням на добриво всієї зеленої маси, а за необхідності – отави. Ця форма сидерації можлива для господарств у будь-якій ґрунтово-кліматичній зоні України за вирощування однорічних і багаторічних трав. Перспективна для зони нестійкого і недостатнього зволоження.

Підсівна сидерація – насіння сидерату підсівають упродовж рядків відразу ж після сівби покривної культури. Після збирання основної культури на високому зрізі нарощується зелена маса сидератів, яку приорюють під наступну культуру. Під озимі зернові культури застосовують підсів люпину

багаторічного, серадели, багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна, еспарцет). Багаторічний люпин підсівають під покрив озимих культур пізно восени або взимку по снігу чи рано навесні з нормою висіву 55–60 кг/га. Ефективність люпину як сидерату зростає за поєднання його із соломом озимих культур. Форма сидерації придатна для всіх ґрунтово-кліматичних зон України.

Проміжна сидерація може бути як післяукісною, так і післяжнивною, що залежить від строків сівби. Це найпоширеніший спосіб сидерації, особливо за достатнього зволоження і на зрошуваних землях.

Післяукісна сидерація здійснюється у першій половині вегетації після звільнення поля від однорічних трав або кукурудзи на силос. За довшої тривалості вегетаційного періоду післяукісні трави нагромаджують більшу зелену масу, яку вносять під озимі зернові і ярі просапні – картоплю, кукурудзу, буряки цукрові і кормові. Для цієї форми сидерації підбирають такі культури, як редька олійна, ріпак ярий та бобові – люпин, буркун, серадела. Частину зеленої маси цих культур можна використовувати на корм худобі. Ця форма сидерації як і наступна післяжнивна, може бути стабільно гарантованою в зонах достатнього зволоження атмосферними опадами або на зрошуваних землях.

Післяжнивну сидерацію проводять у другій половині вегетаційного періоду після збирання ранніх зернових культур – озимини, ячменю; ранніх овочевих – редиски, ранньої капусти, ранніх огірків тощо. Для цієї форми сидерації підбирають високоврожайні культури з коротким вегетаційним періодом – гірчицю, редьку олійну, капусту кормову, ріпак або суміші люпину, гороху, вики з вівсом.

3. ВІДТВОРЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

За останнє десятиліття площа орних земель в Україні під органічним землеробством збільшилась від 289 тис. га до 471 тис. га, що відповідає 11 місцю в Європі, а кількість органічних господарств збільшилась від 38 до 588. Більшість з них розташовано в Одеській, Київській, Полтавській, Вінницькій і Закарпатській обл. Розмір сертифікованих господарств від кількох гектарів до декількох тисяч. Серед органічної продукції найпоширеніші зернові культури – 48,1 %, 7-ме місце у світі серед органічних операторів, 16 % олійні культури – 5-те місце у світі, 4,6 % – бобові, 7-ме місце у світі, овочі – 2 % – 10-те місце у світі, 0,6 % – під фруктами, але цей ринок розширюється завдяки вирощуванню ягідних культур. Майже 90 % обсягу плодової органічної продукції йде на експорт. Річний обсяг експорту становить близько 130 млн євро [7, 12, 21]. Подальше розширення площ ріллі під органічним землеробством потребуватиме виділення додаткових земель, що може обмежуватись якісними їх показниками, які розподіляють за такими категоріями: придатні, що повністю відновились відповідають еколого-гігієнічним категоріям та характеризуються найбільшою сприятливістю за показниками ґрунтово-агрохімічних властивостей; обмежено придатні, які відповідають нормативним еколого-гігієнічним характеристикам, але мають недостатнє ґрунтово-агрохімічне забезпечення, що викликає необхідність додаткових законів з підвищення родючості і якості ґрунтів; непридатні землі, які не відповідають нормативам за еколого-гігієнічними показниками [8].

В Україні розроблено зональні ґрунтово-екологічні чинники формування зон органічного землеробства, що визначаються для нових органічних операторів органами сертифікації у відповідності до регламенту ЄС 1235/2008 [3, 15].

3.1. Експериментальна частина рекомендацій

3.1.1 Умови проведення досліджень

Дослідження проводили у тривалому польовому досліді відділу агрохімії ННЦ «ІЗ НААН» на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті. У польовій п'ятипольній сівозміні (овес, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима) вивчається ефективність добрив за різних систем їх застосування. Схема досліді включає 6 варіантів по кожній культурі.

Органічний блок спрямовано на застосування побічної продукції попередника (соломи зернових і бобових, як окремо так із застосуванням біодеструктора Екостерн (БТУ-Центр)) та внесення запланованих доз гною разово, під овес. Позакореневе підживлення проводили гуматними добривами ТМ «Ярило» у дозі 1 л/га в основні фази вегетації культур: ячмінь (кущення і вихід у трубку), овес (кущення і вихід у трубку), гречка (четвертий листок, початок цвітіння).

Таблиця 3.1. Схема застосування гною та побічної продукції попередника в короткоротаційній сівозміні на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті

№ поля	Культура	Гній, т/га	Побічна продукція рослинництва	т/га
1	овес	60/30	солома пшениці озимої	5
2	ячмінь ярий	-	солома вівса	4
3	гречка	-	солома ячменю	3
4	горох	-	солома гречки	2
5	пшениця озима	-	солома гороху	3
Внесено на 1 га ріллі		12		4

Також у досліді вивчали ефективність органо-мінерального біоактивного добрива (ОМБД–органік), виготовленого на основі зневодненого дигестату біогазових установок, мінеральних компонентів (сорбентів, іонообмінників, меліорантів) та агрономічно цінного комплексу мікроорганізмів із співвідношенням $N_2P_2K_2$ (по 20 кг д.р. в 1 т).

Агрохімічну характеристику органічних добрив наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Агрохімічна характеристика органічних добрив

Органічне добриво	Органічна речовина	Зола	Волога	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C:N
	%						
Гній ВРХ	76	24	6,4	0,38	0,21	0,42	25:1
Солома ячмінь		4,49	14,3	0,50	0,20	1,00	70:1
Солома гороху	95	5,2	16,0	1,40	1,00	1,25	20:1
Солома гречки		5,25	16,0	0,8	0,61	2,42	20:1

Спосіб розміщення варіантів і повторень систематичний, площа посівної ділянки 52 м², облікової – 22 м², повторення – чотириразове. Дослід у натурі розгорнуто на 3-х полях. Підстилковий гній великої рогатої худоби застосовано в основне внесення під овес.

У досліді вирощували внесені до Державного реєстру сорти і гібриди сільськогосподарських культур: овес – Парламентський, ячмінь ярий– Сонцедар , гречка – Син 3/02, пшениця – Краєвид, горох – Рядовий. Відбір проб ґрунту проводили наприкінці вегетації перед збиранням сільськогосподарських культур на глибину орного (0–20 см) шару, середній змішаний зразок готували із проб відібраних у 3-х повтореннях кожного варіанту.

3.1.2. Методика проведення досліджень

Агрохімічний аналіз зразків ґрунту проведено за методами, що відповідають нормативні бази України: визначення рН_{сол.} згідно з (ISO 10390:2019, IDT); активної кислотності рН_{водн.} (ДСТУ 7862:2015); гідролітичної кислотності (ДСТУ 7537:2014); суми вбирних основ (ГОСТ27821-88); органічної речовини в перерахунку на гумус (ДСТУ 4289:2004; ДСТУ 7632:2014); обмінних кальцію і магнію (ДСТУ 7861:2015); азоту легкогідролізованого (ДСТУ 7863:2015); рухомих сполук фосфору і калію (ДСТУ 4115-2002) [10].

Інтенсивність розкладу лляного полотна оцінювали аплікаційним методом. Інтенсивність дихання ґрунтів за допомогою польового методу Штатного у модифікації Б.Н. Макарова. Визначення чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних груп здійснювали методом мікробіологічного посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на живильні середовища поверхнево та глибинно: м'ясо-пептоновий агар – для визначення амоніфікувальних мікроорганізмів; крохмале-аміачний агар – мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів; середовище Чапека – мікроміцетів; голодний агар – оліготрофів; ґрунтовий агар – педотрофів; середовище Ешбі – олігонітрофілів та бактерій роду *Azotobacter*; середовище Менкіної – мікроорганізмів, що мобілізують органічні фосфати; середовище Гетчинсона – целюлозоруйнівних мікроорганізмів; нітратний агар (з додаванням гуматів) – мікроорганізмів, що перетворюють гумусові речовини [9].

Результати чисельності мікроорганізмів представляли кількістю колонієутворюючих одиниць в 1 г абсолютно сухого ґрунту (КУО/г ґрунту) враховуючи коефіцієнт вологості ґрунту. Розрахункові показники, зокрема мінералізації-імобілізації, оліготрофності, педотрофності та мікробної трансформації органічної речовини ґрунту, які характеризують напруженість мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, визначали за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів. Облік урожаю та показники його структури проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» 2001 р. Якість зерна (ДСТУ4117:2007) визначали за методом спектроскопії на інфрачервоному аналізаторі NIR SYSTEMS 4500. Дисперсійний аналіз експериментальних даних здійснювали з використанням програми EXSEL 2010 р.

3.1.3. Погодні умови вегетаційного періоду 2021–2025 рр.

Погодні умови упродовж 2021–2025 років на території України, зокрема в зоні Лісостепу є невід’ємною частиною тих кліматичних змін, які мають всепланетарне значення, зокрема спостерігається чітко виражена тенденція до підвищення середньорічних температур, збільшення частоти екстремальних погодних явищ та зміни режиму опадів, що свідчить про поступову аридизацію клімату. Агrometeorологічні умови вегетаційних періодів стали більш контрастними й менш передбачуваними. В період з 2021 р. кожен наступний рік загалом був теплішим за попередній, а 2024 р. став найспекотнішим за весь період спостережень.

За останні 5 років метеорологічних спостережень на Чабанівській метеостанції встановлено, що середньодобова температура за 2021–2025 рр. порівняно з багаторічною середньомісячною температурою повітря підвищилась на 2,3 °C або на 20% і коливались в межах від 10,4 до 12,9 °C. У літні місяці особливо аномальними за температурним режимом виявились в усі роки досліджень. Квітень 2021–2023 рр. характеризувався пониженими показниками температури повітря порівняно з 2024 і 2025 рр. на 32%, але залишався в межах норми.

Кількість опадів в роки досліджень у середньому за 5-річний період знизилась на 30 %. У весняний період виділяються аномально посушливі місяці зокрема в травні 2023 р. зовсім не було опадів, а в березні 2021р. і 2022р. випало лиш 27% від норми. Також не сприятливим виявився червень 2021 та 2022 рр., в яких випало 27 і 41% опадів від норми. Зафіксовано окремі явища перезволоження, зокрема у квітні 2023 р. в 1,5 раза, червні 2024 р. в 1,7 раза і липні 2023 р. в 1,2 раза порівняно з нормою.

Слід зазначити, що погода за роки досліджень відноситься до змішаного типу, що забезпечує уникнення катастрофічних явищ пов’язаних з класичними посушливими або холодними і перезволоженими роками (табл. 3.3) (рис. 3.1 і 3.2).

Таблиця 3.3. Температура повітря та кількість опадів за даними метеостанції «Чабани» 2021 – 2025 рр.

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С						Опади, мм					Норма
	2021	2022	2023	2024	2025	Норма	2021	2022	2023	2024	2025	
Січень	-2,4	-2,1	-2,1	-4,0	3,5	-5,6	49	52	5	40	17	48
Лютий	-3,8	-2,0	-0,1	-1,7	-3,2	-4,2	61	11	15	30	4	46
Березень	1,6	0,1	3,4	3,8	7,5	0,7	12	8	31	39	19	36
Квітень	8,1	8,3	9,7	12,9	11,3	8,7	37	25	75	67	32	49
Травень	14,7	14,3	16,5	16,3	13,6	15,2	63	28	0	15	34	53
Червень	21,5	21,8	20,2	22,4	19,0	18,2	20	30	51	126	61	73
Липень	24,4	20,2	20,1	25,4	21,1	19,3	48	41	118	57	106	88
Серпень	21,3	21,9	25,0	24,5	19,9	18,6	85	33	14	37	17	69
Вересень	11,9	11,5	18,6	19,3	16,9	13,9	16	65	10	14	13	47
Жовтень	8,3	8,6	11,4	10,1	8,6	8,6	0	38	66	53	56	46
Середня	10,6	10,4	12,4	12,9	11,8	9,3	39	33	39	48	36	56

У 2025 р. весняні місяці (березень і квітень) характеризувались високими показниками середньодобової температури, та перевищували норму відповідно в 10 і 1,3 раза, що пришвидшувало появу сходів ярих культур і процеси кущення і виходу в трубку озимих.

Літні місяці були помірно спекотними, що мало незначний вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. За температурним режимом найбільші відхилення від норми визначено у липні і серпні із перевищенням середньомісячних показників на 1,8 і 1,3°C відповідно (рис. 3.1).

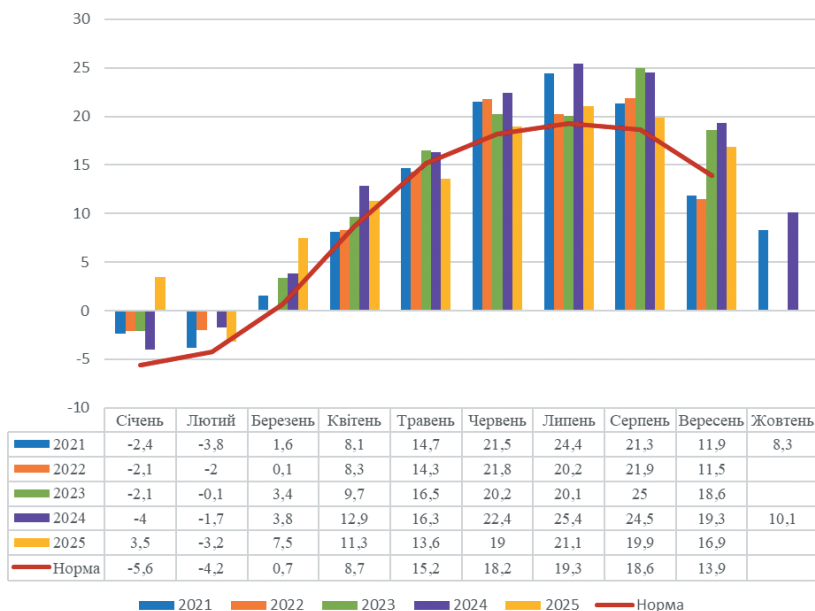


Рис. 3.1. Температура повітря за січень-жовтень 2021–2025 рр. за даними метеостанції «ІЗ НААН», °С

За кількістю опадів вегетаційний період 2025р. визначався як посушливий із нерівномірним зволоженням, адже загальна кількість опадів становила в середньому 36 мм за норми 56 мм із зниженням на 64 % від неї.

За 10 місяців спостережень тільки у липні кількість опадів перевищувала норму на 17 % і становила 106 мм. За критичні місяці квітень–червень кількість опадів становила 76 % до норми, але через нерівномірність випадання та випаровування кількість опадів була малоефективною для забезпечення проходження процесів росту і життєдіяльності рослин (рис. 3.2).

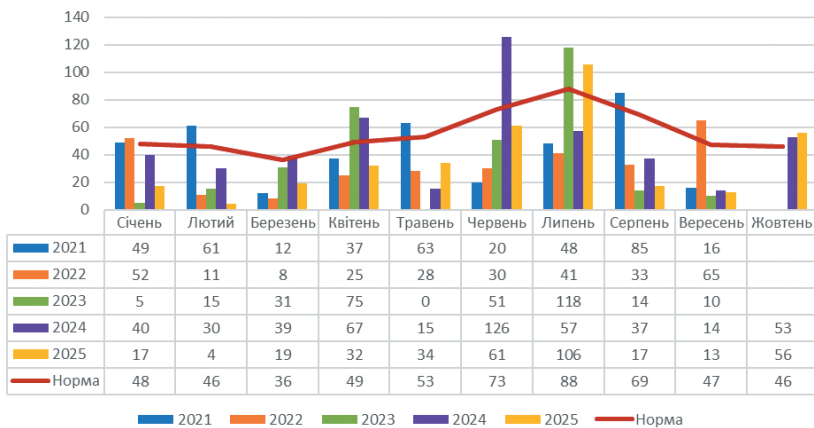


Рис. 3.2. Кількість опадів за січень-жовтень 2021–2025 рр., за даними метеостанції «ІЗ НААН», мм

Встановлено, що застосування добрив у польовому досліді стабілізувало формування урожайності сільськогосподарських культур за рахунок підвищення стійкості до несприятливих абіотичних умов і більш продуктивного використання вологи.

4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОПТИМІЗАЦІЇ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

4.1. Вплив органічних добрив у польовому досліді на агрохімічні показники сірого лісового ґрунту

У тривалому досліді, закладеному у 2011 р. на сірому лісовому ґрунті в ННЦ «ІЗ НААН» за 15 років проходження 3-х ротацій польової короткоротаційної п'ятипільної сівозміни застосування за прямої дії і післядії органічних добрив створило помітну диференціацію показників потенційної його родючості. Введення як фону соломи у цьому блоці досліджень відповідає вимогам органічного землеробства, а позакореневе підживлення сприяло підвищенню продуктивності сівозміни.

Усю систему ведення органічного землеробства спрямовано на відтворення потенційної родючості ґрунту, підтримання якості продукції та до зберігання і покращання ландшафтів і природного біорізноманіття [11].

У базових стандартах Міжнародної федерації Руху за органічне сільське господарство (IFOAM) чітко регламентовано зведення до мінімуму втрати верхнього шару ґрунту за допомогою підбору сільськогосподарських культур, збереженням рослинного покриву землі та інших методів, що захищають ґрунт – запобігати ерозії, ущільненню, підкисленню і засоленню ґрунтів та будь-яким іншим формам деградації ґрунтового покриву і впроваджувати системи технологій збереження водних ресурсів та відповідального водокористування [6].

Фізико-хімічні показники сірого лісового ґрунту. За результатами агрохімічного аналізу орного (0–20 см) шару сірого лісового ґрунту встановлено, що за застосування органічних добрив у польовій сівозміні найвищі показники суми увібраних основ 6,6–7,2 м-екв/100 г ґрунту отримано за внесення 1 і 2 т/га орґано-мінеральних біоактивних добрив за вмісту на контролі без добрив – 5,8 м-екв/100 г.

Систематичне внесення гною великої рогатої худоби у дозі 6 і 12 т на 1 га ріллі позитивно вплинуло на покращення фізико-хімічної характеристики сірого лісового ґрунту, із відповідним підвищенням на 0,8–1,2 м-екв/100 г ґрунту показників суми увібраних основ.

Таблиця 4.1. Фізико-хімічні показники орного (0–20 см) шару сірого лісового ґрунту у польовій сівозміні за органічних систем удобрення, середнє за 2021–2025 рр.

Удобрєння на 1 га ріллі	pH _{вод.}	pH _{сол.}	Гідролітична кислотність	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Сума вбирних основ
			м-екв/100 г ґрунту			
Контроль – солома	6,1	4,9	1,76	5,6	1,0	5,9
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	6,2	5,1	1,66	6,4	1,2	6,9
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	6,1	4,9	1,81	6,2	1,2	6,7
Біодеструктор*	5,4	4,6	2,07	5,8	1,1	5,7
ОМБД-органік - 1 т/га*	5,9	4,8	1,80	6,0	1,0	6,9
ОМБД-органік - 2 т/га*	6,2	5,1	1,61	7,0	1,3	7,1
НІР ₀₅	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Встановлено, що реакція ґрунтового розчину на сірому лісовому ґрунті на органічних варіантах наближається до слабкислої – 4,9 од. і відповідала рівню контролю із зниженням кислотності до 4,9 од pH_{сол.} за внесення біодеструктора, та відповідним підвищенням гідролітичної кислотності до 2,07 м-екв/100 г ґрунту, за вмісту на контролі – 1,76 м-екв/100 г ґрунту. За застосування 6 т/га гною великої рогатої худоби показник гідролітичної кислотності знаходився на рівні контролю, тоді як за внесення 12 т/га гною великої рогатої худоби і 2 т/га ОМБД-органік відбулось зниження Нг на 14 і 18% (1,66 і 1,61 м-екв/100 г ґрунту). Цей процес можливо пояснити меліоративним ефектом, як за внесення

органічних добрив в дозі 60 т/га (4-й рік післядії), так і присутністю в складі ОМБД-органік високоефективного меліоранта: доломіт-біо.

Систематичне внесення гною великої рогатої худоби у дозі 6 і 12 т на 1 га ріллі позитивно вплинуло на покращання фізико-хімічної характеристики сірого лісового ґрунту за зростання вмісту обмінного Ca^{2+} і Mg^{2+} до 10–20% порівняно з контролем. Також встановлено стабілізувальну роль у формуванні фізико-хімічних показників ґрунту застосування 2 т/га ОМБД-органік, де вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} підвищився на 16–20% порівняно з контролем із відповідно високим (7,1 м-екв/100 г ґрунту) значенням суми увібраних основ.

Вміст гумусу в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту. За результатами досліджень визначено, що вміст загального гумусу у ґрунті за внесення побічної продукції рослинництва в дозі 3 т/га сівозмінної площі (солома гречки, вівса і ячменю), на контролі становить 0,99 % (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Вплив добрив на зміну умісту і запасів гумусу в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту у польовій сівозміні за органічних систем удобрення

Удобрєння на 1 га ріллі	Гумус, %		Запас гумусу, т/га		Приріст за 2021– 2025 рр.	
	2025р.	середнє за 2021–2025 рр.	2025р.	середнє за 2021–2025 рр.	т/га	%
Контроль – солома	0,99	0,99	27,5	27,0	-	-
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	1,38	1,38	37,3	37,3	10,3	38
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	1,32	1,31	35,6	35,5	8,5	31
Біодеструктор*	1,18	1,19	31,9	32,2	5,2	19
ОМБД-органік - 1 т/га*	1,25	1,27	33,8	34,2	7,2	27
ОМБД-органік - 2 т/га*	1,31	1,32	35,4	35,6	8,6	32
НІР ₀₅	0,3	0,2	1,2	1,5		

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Застосування біодеструктора по фоні органічних решток підвищило уміст загального гумусу до 1,19 %, а його запасів на 4,3 т/га (19 %) за рахунок інтенсифікації процесів розкладання поживних решток мікроорганізмами (складовими біопрепарату) і перетворення їх у доступні для рослин форми.

За органічної системи удобрення найвищий уміст гумусу – 1,38 %, і рівень його запасів – 37,3 т/га отримано за внесення 12 т гною великої рогатої худоби на 1 га ріллі (60 т/га підстилкового гною 1 раз за ротацію під овес, де приріст сягає 10,3 т/га, та був вищим на 38 % порівняно з контролем – солома (табл. 3.2).

Перспективним напрямом у збереженні потенційної родючості ґрунту є застосування органо-мінеральних біоактивних добрив (ОМБД-органік), що мають удобрювальні, сорбційні, іонообмінні і біотичні властивості. Так, щорічне внесення 1,0 і 2,0 т/га ОМБД привело до підвищення запасів гумусу в орному шарі (0–20 см) сірого лісового ґрунту до 7,2 і 8,6 т/га, що на 27 і 32 % вище порівняно з контролем. Ці показники відповідають рівню варіанта із внесенням 6 т гною великої рогатої худоби на 1 га ріллі (30 т за 5 років) – 35,5 т/га (31 %).

Агрохімічні показники сірого лісового ґрунту. Вміст сполук легкогідролізного азоту, найближчого резерву мінерального живлення рослин, як на контролі, так і за органічного удобрення наприкінці вегетаційного періоду відповідав градації низького забезпечення. Застосування підстилкового гною, а також побічної продукції та органо-мінеральних біоактивних добрив сприяло підвищенню азотного фонду ґрунту на 3,5–11,2 мг/кг за вмісту N гідролізованого на контролі без добрив – 54,1 мг/кг. Внесення ОМБД – органік в дозах 1 і 2 т/га привело до підвищення запасів легкогідролізного азоту в орному шарі сірого лісового ґрунту на 11 і 17% порівняно з контролем, та відповідало рівню органічної системи – 6 т/га гною великої рогатої худоби сівозмінної площі. (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Уміст поживних речовин в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту у польовій сівозміні за органічних систем удобрення, мг/кг

Удобрєння на 1 га рїлї	Лєгкогїдролїзний азот		Рухомї форми P_2O_5		Рухомї форми K_2O	
	2025р .	середнє за 2021–2025рр .	2025р .	середнє за 2021–2025рр .	2025р .	середнє за 2021–2025рр .
Контроль – солома	53,2	52,7	173	175	178	182
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор *	67,2	63,9	250	236	247	240
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор *	61,6	61,8	230	220	225	217
Бїодеструктор *	56	56,2	202	195	203	205
ОМБД-органїк - 1 т/га*	58,2	58,7	212	194	225	214
ОМБД-органїк - 2 т/га*	64,4	61,9	218	205	252	229

Примїтка. Гуматне добриво + пп.

Уміст рухомого фосфору в орному (0–20 см) шарї ґрунту за органічних систем удобрення коливався в межах 175–236 мг/кг, що вїдповїдає пїдвищеному і високому рївню забезпеченостї цим елементом. Застосування 12 т гною ВРХ на 1 га рїлї, а також побїчної продукцїї + бїодеструктор пїдвищило вміст P_2O_5 у ґрунті на 61 мг/кг, а ОМБД-органїк в дозі 2 т/га на 30 мг/кг за вмісту на контролї 175 мг/кг. За систематичного внесення побїчної продукцїї за вирощування культур визначено тенденцїю до пїдвищення рухомого фосфору і калїю в ґрунті на 11% і 13%.Результатами дослїджень встановлено, що рївень забезпеченостї сірого лїсового ґрунту рухомими

формами K_2O був у межах 182–240 мг/кг, що відповідає підвищеному і високому рівнів його забезпеченості (табл. 3.3).

Визначено, що оптимізація поживного режиму ґрунту досягається за органічної системи удобрення – 6 і 12 т/га гною великої рогатої худоби сівозмінної площі із приростами K_2O відповідно 35 і 58 мг/кг, або 19 і 32% порівняно з контролем. В зв'язку з тим, що до складу органо-мінеральних біоактивних добрив марки органік входить полікомпонентне добриво Екоплант (28% д.р. K_2O) дозволеного для використання в органічному виробництві відбулось накопичення в орному шарі ґрунту за внесення 1 т/га і 2 т/га ОМБД до 214 і 229 мг/кг із перевищенням показника контролю відповідно на 17 і 28%.

Отже, встановлено, що за систематичного застосування побічної продукції рослинництва, органічних добрив (30 і 60 т/га гною великої рогатої худоби один раз на 5 років), а також щорічного внесення органо-мінеральних біоактивних добрив (2 т/га) можливо досягти відтворення потенційної родючості сірого лісового ґрунту з отриманням сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

5. БІОЛОГІЧНА ТА МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА ОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

5.1. Особливості функціонування мікробного ценозу ґрунту в агроценозі вівса та пшениці озимої

Аналіз результатів досліджень зразків ґрунту, відібраних із орного шару сірого лісового ґрунту в агроценозах пшениці озимої (початок колосіння) і вівса (викидання волоті) показав, що чисельність мікроорганізмів основних таксономічних і фізіологічних груп змінювалась залежно від систем удобрення і варіювала у межах від 17,6 тис. КУО/г ґрунту до 34,8 млн КУО/ґрунту (табл. 4.1, 4.2). При цьому чисельність мікробіоти у ґрунті за вирощування пшениці озимої без внесення добрив була дещо вищою порівняно з аналогічним варіантом за вирощування вівса. За використання біодеструктора на фоні органічної системи удобрення (післядії 4 року внесення 60 т/га гною великої рогатої худоби) чисельність мікроорганізмів досліджуваних груп (за винятком амоніфікаторів), по вівсу, навпаки, була вищою у 1,5–4,4 раза порівняно з чисельністю мікробіоти у ґрунті за вирощування пшениці озимої без внесення біодеструктора. За внесення органо-мінеральних біоактивних добрив ОМБД – органік – 2 т/га у ґрунтових зразках, відібраних з агроценозу пшениці озимої, виявлено вищу у 1,6–3,2 раза чисельність амоніфікаторів, педотрофів і мікроміцетів порівняно зі зразком, відібраними з агроценозу вівса, та нижчу у 1,4 і 1,5 раза чисельність амілолітиків і актиноміцетів, тоді як кількість оліготрофів, у ґрунтах обох агроценозів була на одному рівні.

Необхідно відмітити, що ступінь збагаченості ґрунтів мікроорганізмами, що використовують у своєму метаболізмі головним чином органічні сполуки азоту (амоніфікатори), був достатньо високий і становив 9,1–32 млн КУО/г ґрунту. Зразки ґрунту були збагачені мікроорганізмами, що іммобілізують переважно мінеральні сполуки азоту у ґрунті, тоді як забезпеченість мікробіотою цієї групи варіантів досліджу була середньою – 5,2–5,9 млн КУО/г ґрунту), а за внесення ОМБД – 2 т/га – низькою (3,5–3,6 млн КУО/г ґрунту).

Ступінь збагачення ґрунтів зразків педотрофами під вівсом – (32,9–34,8 млн КУО/г ґрунту) був дуже багатий, за внесення гною і ОМБД по пшениці озимій – багатий – (18,0–18,5 млн КУО ґрунту). Забезпеченість ґрунтів зразків, що досліджувались оліготрофами була середньою, окрім варіанта, де вносили ОМБД у дозі 2 т/га по вівсу, який був збагачений мікробіотою цієї групи.

Таблиця 5.1. Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту за вирощування пшениці озимої, 2023 р.

Удобрєння на 1 га рїлїї	Мїкроорганїзми, що використовують азот сполук		Оліго - троф и	Педотрофи
	органїчних	мїнеральних		
	млн КУО/г ґрунту			
Пшениця озима				
Контроль – без добрив	23,9	13,5	11,4	32,9
60* + біодеструктор-	20,9	3,5	9,9	18,0
ОМБД-органїк – 2 т/га	10,2	5,2	8,8	18,3
Овес				
Контроль – без добрив	13,3	4,4	11,1	32,6
60** + біодеструктор-	9,1	5,9	14,4	34,8
ОМБД-органїк – 2 т/га	32,5	3,6	9,2	33,9

Примітка. Гній – післядія 4-го року гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га; гній – пряма дія гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га.

Порівняльний аналіз чисельності мікробіоти досліджуваних груп в агроценозі пшениці озимої показав збільшення чисельності мікроорганізмів усіх груп у 1,2–2,8 раза на контролі (без внесення добрив) порівняно з перелогом, що свідчить про вагомий вплив на формування мікробного комплексу ґрунту сівозмінного фактора і механічного обробітку ґрунту. На фоні 4 року післядії внесення органічних добрив великої рогатої худоби у

грунті агроценозу порівняно з перелогом збільшувалась чисельність амоніфікувальних, оліготрофних і педотрофних мікроорганізмів у 1,5–1,7 раза і знижувалась чисельність актиноміцетів, мікроміцетів і амілолітиків, а за внесення ОМБД-органік – збільшувалась кількість оліготрофів, педотрофів і мікроміцетів у 1,5–1,8 раза, а знижувалась кількість амоніфікаторів, амілолітиків і актиноміцетів – у 1,3–2,2 раза.

Таблиця 5.2. Чисельність мікроміцетів і стрептоміцетів в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту за вирощування пшениці озимої, 2023 р.

Удобрєння на 1 га ріллі	Мікроміцети, тис. КУО/г ґрунту	Стрептоміцети, млн КУО/г ґрунту
Пшениця озима		
Контроль – без добрив	69,3	11,1
60* + біодеструктор-	17,6	3,0
ОМБД-органік – 2 т/га	102,8	3,6
Овес		
Контроль – без добрив	70,0	3,7
60* + біодеструктор-	76,6	4,9
ОМБД-органік – 2 т/га	169,6	2,4

Примітка. Гній – післядія 4-го року гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га; гній – пряма дія гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га.

В агроценозі вівса, виявлено збільшення чисельності педотрофів, оліготрофів і мікроміцетів у 1,2–3,0 рази та зниження чисельності амілолітиків і актиноміцетів у 1,4–3,2 раза. Чисельність амоніфікаторів за використання біодеструктора знижувалась у 1,4 раза, а за внесення ОМБД-органік – підвищувалась у 2,5 раза.

Варто зазначити, що в усіх досліджуваних ґрунтових зразках виявлено бактерії роду *Azotobacter*, відсоток обростання грудочок яких становив у всіх варіантах досліді 100 %.

Біогенність ґрунту (загальна чисельність виявлених мікроорганізмів) в агроценозі пшениці озимої найвищою була на контролі (92,9 млн КУО/г

грунту), на фоні післядії 4-го року гною великої рогатої худоби. В агроценозі вівса, біогенність ґрунту найвищою (81,8 млн КУО/г ґрунту) була за внесення ОМБД, тоді як найнижчою вона була на контролі (65,2 млн КУО/г ґрунту).

Внесення біодеструктора по фоні 4 т/га соломи пшениці озимої в агроценозі вівса сприяло збільшенню у ґрунті в 1,3 раза відносно контролю чисельності мікроорганізмів, що іммобілізують мінеральні сполуки азоту, актиноміцетів, оліготрофів, у 1,1 раза – педотрофів і мікроміцетів, загальної чисельності мікроорганізмів. Внесення 2 т/га ОМБД – органік сприяло збільшенню у ґрунті відносно контролю чисельності амоніфікувальної мікробіоти і мікроміцетів у 2,4 раза, біогенності ґрунту – у 1,3 раза. За внесення ОМБД – органік визначено збільшення чисельності амоніфікаторів, оліготрофів, педотрофів і мікроміцетів у 1,5–3,0 рази, біогенності ґрунту – у 1,7 раза. На фоні післядії органічних добрив збільшувалась чисельність оліготрофів, педотрофів, мікроміцетів та показник загальної чисельності мікробіоти ґрунту у 1,4–3,0 рази.

В агроценозі пшениці озимої за органічної системи удобрення (післядія 4 року внесення гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га) виявлено збільшення чисельності амоніфікувальних, оліготрофних і педотрофних мікроорганізмів 1,5–1,7 рази, а також біогенності ґрунту – у 1,1 раза, тоді як за внесення ОМБД – органік у дозі 2 т/га збільшувалась чисельність оліготрофів, педотрофів і мікроміцетів у 1,5–1,8 рази. Порівняно з контролем такої закономірності не виявлено.

Тому, агрозаходи істотно впливають на функціонування мікробного ценозу у ґрунті, зумовлюючи зміни у структурі чисельності мікробіому ґрунту і, відповідно, активність тих чи інших мікробіологічних процесів, у яких ці мікроорганізми беруть участь.

5.2. Спрямованість мікробіологічних процесів в орному шарі сірого лісового ґрунту

Для оцінки спрямованості мікробіологічних процесів в агроценозах пшениці озимої і вівса розраховано коефіцієнти мінералізації-імобілізації, педотрофності, оліготрофності та мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (табл. 5.3).

Таблиця 5.3. Коефіцієнти спрямованості мікробіологічних процесів в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту за вирощування пшениці озимої та вівса, 2023 р.

Удобрення на 1 га ріллі	Коефіцієнти			
	К _{м.-і.}	К _{п.}	К _{о.}	К _{тор}
Пшениця озима				
Контроль – без добрив	0,56	1,38	0,30	66,2
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	0,17	0,86	0,41	145,7
ОМБД-органік – 2 т/га	0,51	1,79	0,64	30,2
Овес				
Контроль – без добрив	0,33	2,45	0,65	53,5
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	0,65	3,82	1,03	23,1
ОМБД-органік – 2 т/га	0,11	1,04	0,26	325,9

Примітка. Гній – післядія 4-го року гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га; гній – пряма дія гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га.

За показниками коефіцієнта мінералізації-імобілізації ($K_{м.-і.} = 0,11-0,88$) досліджувані зразки ґрунту, відібрані з посівів пшениці озимої та вівса характеризувалися низькою напруженістю мінералізаційних процесів із домінуванням процесів перетворення органічних сполук азоту над мінеральними.

Показники коефіцієнта оліготрофності ($K_{о.} = 0,26-0,65$) свідчили про достатню забезпеченість ґрунтової мікробіоти елементами живлення усіх варіантів досліду, за винятком ґрунту, де вирощували овес і вносили біодеструктор на фоні органічного удобрення– тут потреба мікробіоти в легкодоступних поживних речовинах незначно перевищувала їх кількість.

Показники коефіцієнта педотрофності ґрунту за внесення біодеструктора на фоні 4-го року післядії органічного удобрення (60 т/га) в агроценозі пшениці озимої ($K_{\text{п}} = 0,89$ і $0,86$) свідчили про збереження органічної речовини ґрунту на фоні зменшення вмісту рухомих органічних сполук у ньому. Решта варіантів досліджу характеризувалася посиленням асиміляції автохтонною мікробіотою рухомих поживних речовин із запасів ґрунту ($K_{\text{п}} = 1,04\text{--}3,82$), найбільшою мірою – варіант № 6.

Інтенсивність процесів мікробної трансформації органічної речовини ґрунту найвищою була в агроценозі вівса – за внесення ОМБД ($K_{\text{тор}} = 325,9$), в агроценозі пшениці озимої – за використання біодеструктора ($K_{\text{тор}} = 145,7$), дещо нижчою – за вирощування обох культур – на контролі, тоді як інтенсивність трансформації органічної речовини ґрунту мікроорганізмами в агроценозі пшениці озимої за внесення ОМБД, а в агроценозі вівса – за внесення біодеструктора (на фоні органічного удобрення) була близькою до показників перелогу.

5.3. Біологічна активність сірого лісового ґрунту в агроценозах вівса та пшениці озимої

Біологічна активність ґрунту визначає його родючість, екологічний та фітосанітарний стан. Тому визначення біологічної активності ґрунту є невід’ємною складовою проведення моніторингу інтенсивності розкладання органічної речовини, що дає змогу оцінити дію різних видів і доз добрив на ефективність впровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур. Крім того, визначення показника біологічної активності ґрунту сприяє оптимізації поживного режиму ґрунту та збереження його родючості.

Біологічну активність ґрунтів визначали за величиною біомаси мікроорганізмів, інтенсивністю їх дихання та целюлозоруйнівою активністю.

Потенціальна целюлозолітична активність ґрунту в агроценозі пшениці озимої найвищою була на контролі (без добрив) та на ділянці поля, де вносили ОМБД-органік у дозі 2 т/га (11 і 10 % відповідно), в агроценозі вівса – у варіанті,

де використовували біодеструктор стерні на фоні прямої дії гною великої рогатої худоби (10 %), тоді як у посівах пшениці озимої за внесення біодеструктора на фоні післядії 4-го року гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га показник целюлозолітичної активності був на рівні показника перелугу (8 %). В агроценозі вівса на контролі і за внесення ОМБД-органік целюлозоруйнівна активність знижувалась у 1,1 і 1,6 раза відносно аналогічного показника перелугу (табл. 5.4).

Таблиця 5.4. Показники біологічної активності сірого лісового ґрунту за вирощування пшениці озимої та вівса, 2023 р.

Удобрення	Целюлозоруйнівна активність, %	Біомаса, мкг С/г ґрунту	Дихання, мг CO ₂ /кг
Пшениця озима			
Контроль – солома	11	794,5	112,3
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	8	707,2	84,2
ОМБД-органік – 2 т/га	10	389,2	53,4
Овес			
Контроль – солома	7	416,3	56,3
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	10	433,5	61,3
ОМБД-органік – 2 т/га	5	691,2	78,7

Примітка. Гній – післядія 4-го року гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га; гній – пряма дія гною великої рогатої худоби у дозі 60 т/га.

Показники дихання та біомаси ґрунту у всіх варіантах дослідів були на досить високому рівні (табл. 5.4). Водночас, найвищими вони були, також як і целюлозолітична активність ґрунту, на контролі в агроценозі пшениці озимої – 794,5 мкг С/г ґрунту і 112,3 мг CO₂/кг. Найнижчі показники біомаси та інтенсивності дихання мікробіоти ґрунту (389,2 мг С/г ґрунту та 53,4 мг CO₂/кг відповідно) також виявлено в агроценозі пшениці озимої – у варіанті дослідів № 4, де вносили ОМБД 4-4-4. Варто зазначити, що за вирощування пшениці озимої без внесення добрив показники біологічної активності ґрунту були вищими у 1,1–2,1 раза порівняно із застосуванням удобрення (внесення органічних і органо-мінеральних біоактивних добрив, дозволених в органічному землеробстві). В агроценозі вівса внесення біодеструктора на фоні прямої дії гною великої рогатої

худоби сприяло зростанню показників біологічної активності ґрунту (целюлозолітичної активності, біомаси мікроорганізмів та інтенсивності дихання) порівняно з контролем до 1,4 раза, а внесення ОМБД-органік – зумовлювало зростання біомаси мікроорганізмів у 1,7 раза, їх дихання – у 1,4 раза і зниження целюлозоруйнівної активності у 1,4 раза порівняно з контролем.

Порівнюючи показники біологічної активності ґрунту агроценозів і перелогу виявлено, що за вирощування пшениці озимої без внесення добрив порівняно з перелогом збільшується біомаса мікробіоти, інтенсивність виділення ними CO_2 та целюлозолітична активність у 1,3–1,5 раза, тоді як за використання біодеструктора на фоні післядії органічних добрив активність дихання мікроорганізмів та їх целюлозоруйнівна здатність залишалась на рівні показників перелогу на фоні зростання їх біомаси у 1,3 рази. Внесення ОМБД в агроценозі пшениці озимої та біодеструктора в агроценозі вівса зумовлювало підвищення целюлозоруйнівної активності мікробіоти у 1,3 раза на фоні зниження їх біомаси та дихання у 1,2–1,6 раза. За внесення ОМБД – 2 т/га в посівах вівса інтенсивність дихання ґрунту була на рівні перелогу, тоді як вміст мікробної біомаси збільшувався у 1,3 раза, а активність руйнування целюлози, навпаки, знижувалась у 1,6 раза. На контрольній ділянці, де вирощували овес, усі вищезазначені показники біологічної активності ґрунту були нижчими порівняно з показниками перелогу у 1,1–1,5 раза.

У результаті математичного аналізу отриманих даних визначено обернені кореляційні зв'язки ($r = -0,48-0,81$) між показниками коефіцієнту оліготрофності та чисельністю амоніфікувальних і амілолітичних мікроорганізмів, біомаси і дихання мікробіоти. Між показниками чисельності мікроорганізмів досліджуваних груп між собою, а також із показниками біологічної активності ґрунту і коефіцієнтів спрямованості мікробіологічних процесів виявлено середній і високий рівні прямих ($r = 0,38-0,63$ і $0,66-0,99$) і обернених кореляційних зв'язків ($r = -0,44-0,63$ і $-0,67-0,95$), що свідчить про взаємозалежність і різносторонній вплив ґрунтової мікробіоти на мікробіологічні процеси у ґрунтових екосистемах.

6. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМИНИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

6.1. Урожайність культур польової сівозміни за органічних систем удобрення

На трьох полях, розміщених у натурі, в 2021–2025 рр. визначено вплив різних видів органічних добрив на урожайність зерна пшениці озимої, вівся ячменю, гречки і гороху за органічної технології вирощування.

Таблиця 6.1. Урожайність зерна пшениці озимої на сірому лісовому ґрунті за органічної системи удобрення, т/га

Удобрення на 1 га ріллі	2021 р.	2022р .	2023р .	Середнє за 2021- 2023 рр.	Приріст до контролю	
					т/га	%
Контроль – солома)	3,72	3,19	4,13	3,68	-	-
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	5,14	4,52	5,15	4,94	1,26	34
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	4,83	4,13	4,19	4,38	0,70	19
Біодеструктор*	4,80	4,07	4,89	4,59	0,91	25
ОМБД-органік - 1 т/га*	4,94	4,57	4,85	4,79	1,11	30
ОМБД-органік - 2 т/га*	5,35	4,85	5,34	5,18	1,50	41
НІР ₀₅	0,18	0,11	0,09	0,12		

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Пшениця озима. За сприятливих погодних умов, що склалися за роки досліджень для пшениці озимої встановлено стабілізаційну роль добрив за органічної системи удобрення. За середньої урожайності зерна на контролі без добрив 3,68 т/га у післядії підстилкового гною 4 року, прямої дії соломи, без біодеструктора і на його фоні високий приріст зерна пшениці озимої одержано у післядії 12 т/га гною + 3 т/га соломи + біодеструктор, де він становив 1,26

т/га, або 34 % до контролю. За оброблення соломи біодеструктором – 0,91 т/га (25 %). Найвищий приріст зерна – 1,50 т/га (41 %) до контролю одержано за внесення полікомпонентних ОМБД-органік у дозі 2 т/га, де урожайність досягала 5,18 т/га. Ефективність внесення 1 т/га ОМБД перевищувала рівень післядії 6 т/га гною великої рогатої худоби + 3 т соломи + біодеструктор + гуматне добриво і становила 1,11 т/га (30 %) до контролю (табл. 6.2).

Таблиця 6.2. Урожайність зерна вівса на сірому лісовому ґрунті за органічної системи удобрення, т/га

Удобрєння на 1 га ріллі	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2022- 2024 рр.	Приріст до контролю	
					т/га	%
Контроль – солома	2,80	2,95	3,47	3,07		
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	4,71	4,55	5,40	4,89	1,82	59
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	3,98	4,30	5,00	4,43	1,36	44
Біодеструктор*	3,11	3,29	3,81	3,40	0,33	11
ОМБД-органік - 1 т/га*	3,73	3,84	4,44	4,00	0,93	30
ОМБД-органік - 2 т/га*	4,04	4,19	4,95	4,39	1,32	43
НІР ₀₅	0,23	0,08	0,09	0,15		

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Овес. За роки досліджень визначено, що завдяки прямої дії органічних добрив найвищі рівні урожайності зерна вівса 4,89 і 4,43 т/га одержано за внесення 6 і 12 т/га сівозмінної площі гною великої рогатої худоби по фону побічної продукції і гуматних добрив із відповідним приростом урожаю 1,82 (59%) і 1,36 т/га (44 %) порівняно з контролем без добрив – 3,07 т/га. Визначена стабілізуюча дія органо-мінеральних біоактивних добрив у дозі 1 і 2 т/га, де прирости врожаю відповідно досягали 30 і 43% порівняно з контролем без добрив,

а застосування біодеструктора по фоні 4 т/га соломи пшениці озимої дозволило підняти рівень урожайності зерна вівса на 11 %, що з урахуванням економічної ефективності є доцільним за впровадження органічних систем удобрення (табл. 5.2).

Ячмінь ярий. Встановлено закономірності зміни урожайності зерна ячменю ярого за органічних систем удобрення. За урожайності ячменю на контролі без добрив 2,64 т/га за ведення суто органічної системи удобрення (12 т/га гною великої рогатої худоби + 5 т/га подрібнених соломи гороху + біодеструктор 1 л/га) + гуматне добриво приріст урожаю зерна був на 1,26 т/га або 48% вищим відносно контролю без добрив, за зниження дози гною на 50% (30 т/га) на тому самому фоні зменшився на 14%.

Таблиця 6.3. Урожайність зерна ячменю за органічної системи удобрення в польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, т/га

Удобрєння на 1 га ріллі	2023р.	2024р.	2025р.	Середнє за 2023–2025 рр.	Приріст до контролю	
					т/га	%
Контроль – солома	2,23	2,77	2,92	2,64	-	-
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	3,17	4,15	4,38	3,90	1,26	48
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	2,97	3,75	3,94	3,55	0,91	34
Біодеструктор*	2,55	3,25	3,97	3,26	0,62	23
ОМБД-органік - 1 т/га*	3,11	3,63	3,82	3,52	0,88	33
ОМБД-органік - 2 т/га*	3,25	3,90	4,18	3,78	1,14	43
НІР ₀₅	0,14	0,15	0,16	0,15		

Примітка. Гуматне добриво + пш.

За застосування органо-мінеральних біоактивних добрив у дозі 1 т/га урожайність зерна ячменю виявилась на рівні внесення половинної дози гною великої рогатої худоби і становила 3,0 т/га, у дозі 2 т/га – 3,78 т/га, що відповідало найвищій урожайності за органічних систем удобрення (табл. 6.3).

Гречка. Використовує 2 рік післядії підстилкового гною великої рогатої худоби, пряму дію соломи ячменю (3 т/га), оброблену біодеструктором Екостерн, та позакореневе підживлення гуматним добривом. Специфічні погодні умови вегетаційних періодів 2021, 2024-2025 рр. в більшості були негативними. Втім і в цих умовах проявилась сприятлива дія органо-мінеральних біоактивних добрив у дозі 2 т/га, де одержано найбільший приріст врожаю зерна гречки – 0,78 т/га, або 49% до контролю. Найпродуктивнішим за органічної системи удобрення визначено варіант зі внесенням 12 т/га гною великої рогатої худоби сівозмінної площі по фоні побічної продукції і гуматного добрива, де урожайність гречки становила 2,18 т/га, або 36% до контролю, за зменшення дози гною до 30 т/га приріст зерна гречки досягав 26% (табл. 6.4).

Таблиця 6.4. Урожайність зерна гречки за органічної системи удобрення в польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, т/га

Удобреньня на 1 га ріллі	2021р.	2024р.	2025р.	Середнє за 2021, 2024- 2025 рр.	Приріст до контролю	
					т/га	%
Контроль – солома	1,19	1,67	1,94	1,60	-	-
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	1,67	2,18	2,68	2,18	0,58	36
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	1,56	2,06	2,44	2,02	0,42	26
Біодеструктор*	1,42	1,83	2,23	1,83	0,23	14
ОМБД-органік - 1 т/га*	1,78	2,22	2,77	2,26	0,66	41
ОМБД-органік - 2 т/га*	1,86	2,33	2,95	2,38	0,78	49
НІР ₀₅	0,15	0,16	0,15	0,15		

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Горох. Як бобова культура його урожайність має вузький діапазон приросту, що коливається в межах 0,23–0,78 т/га порівняно до соломи, де

урожайність становила – 1,60 т/га. За післядії 2 т/га соломи гречки із біодеструктором одержано найменший приріст по відношенню до контролю в розмірі – 9%. За органічної системи удобрення 60 т/га гною великої рогатої худоби (післядія 3-го року) + 2 т/га соломи гречки + біодеструктор + гуматне добриво приріст урожаю зерна гороху був 0,46 т/га на 21% вищим відносно контролю без добрив, за внесення 30 т/га гною він досягав – 0,31 т/га (14%).

Найвищий врожай зерна гороху одержано за внесення 2 т/га ОМБД – органік – 2,95 т/га із приростом 34% до контролю (табл. 6.5).

Таблиця 6.5. Урожайність зерна гороху за органічної системи удобрення в польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, т/га

Удобрєння на 1 га ріллі	2021р .	2022р .	2025р .	Середнє за 2021- 2022, 2025 рр.	Приріст до контролю	
					т/га	%
Контроль – солома	2,63	1,76	2,37	2,25	-	-
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	3,03	2,28	2,93	2,75	0,50	22
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	2,89	2,12	2,80	2,60	0,35	16
Біодеструктор*	2,83	1,94	3,01	2,59	0,34	15
ОМБД-органік - 1 т/га*	3,18	2,35	2,94	2,82	0,57	25
ОМБД-органік - 2 т/га*	3,36	2,53	3,20	3,03	0,78	35
НіР ₀₅	0,15	0,15	0,16	0,15		

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Отже, в органічному землеробстві найперспективнішим заходом по підвищенню урожайності сільськогосподарських культур у короткотраційній сівозміні є застосування 2 т/га органо-мінеральних біоактивних добрив із меліоративними, сорбційними, іонообмінними і біотичними властивостями, що за ефективністю відповідає рівню органічної системи удобрення – 12 т гною великої рогатої худоби на 1 га сівозмінної площі із приростом врожайності 31–56 % порівняно з контролем.

6.2. Продуктивність польової сівозміни за 2021–2025 рр.

Узагальнювальним критерієм оцінки ефективності органічного землеробства за застосування традиційних органічних і нового покоління орґано-мінеральних добрив є визначення продуктивності сівозміни.

За середньої продуктивності на контролі – 2,58 т/га зернових одиниць пряма дія і післядія впродовж 5 років (2021–2025 рр.) застосування ґною великої рогатої худоби у дозі 12 т/га ріллі підвищила продуктивність польової сівозміни до 3,61 т/га з.о. на 40 % порівняно з контролем. Зниження дози ґною вдвічі до 6 т/га ріллі зменшило продуктивність сівозміни на 12 %. Оброблення соломи біодеструктором Екостерн було найменш продуктивним, але підвищило сумарну продуктивність до 3,05 т/га з.о. або на 18 % (порівняно з соломою – контроль), що свідчить про доцільність введення цього препарату в систему удобрення в органічному землеробстві. Найбільш ефективним визначено застосування орґано-мінеральних добрив у дозі 2 т/га, що забезпечило максимальний показник продуктивності – 3,62 т/га з.о. за III ротацію польової сівозміни із приростом 1,05 т/га з.о. (41%) по відношенню до контролю. За внесення дози 1 т/га ОМБД цей показник знизився на 9%, але залишався на досить високому рівні – 3,39 т/га з.о. із приростом 32% до контролю.

Тому, визначена висока ефективність застосування в сучасних системах удобрення органічного землеробства нового поколінням ОМБД з урахуванням місцевих органічних ресурсів господарства.

Принципова різниця в органічному блоці між сумарною дією за ротацію 5-пільної сівозміни між підстилковим ґном і побічною продукцією рослинництва полягає у тому, що перехід тільки на застосування соломи + біодеструктор знижує продуктивність сівозміни на 23%, а по соломі без добрив на 40% порівняно з продуктивністю за внесення сумісно 12 т/га ріллі підстилкового ґною великої рогатої худоби разом з побічною продукцією рослинництва (табл. 6.6).

Таблиця 6.6. Продуктивність короткоротаційної сівозміни в тривалому досліді за органічних систем удобрення, у 2021–2025 рр., т/га з.о.

	Пшениця 2021–2023 рр.		Овес 2022–2024 рр.		Ячмінь 2023–2025 рр.		Гречка 2021, 2024–2025 рр.		Горох 2021–2022 рр.		Продуктивність сівозміни 2021–2025 рр.	
	т/га з.о.	приріст продуктивності до контролю	т/га з.о.	приріст продуктивності до контролю	т/га з.о.	приріст продуктивності до контролю	т/га з.о.	приріст продуктивності до контролю	т/га з.о.	приріст продуктивності до контролю	т/га з.о.	%
Удобрення на 1 га ріллі	3,68	–	1,73	–	2,1 1	–	2,24	–	3,0 8	–	2,5 8	–
	4,94	1,26	2,67	0,94	3,1 2	1,01	3,05	0,81	3,7 2	1,03	3,6 1	40
Контроль – солома Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор *	4,38	0,70	2,42	0,69	2,8 4	0,73	2,83	0,59	3,5 1	–	3,2 9	28
	4,59	0,91	1,92	0,19	2,6 1	0,50	2,56	0,32	3,3 5	0,47	3,0 5	18
ОМБД-органік – 1 т/га*	4,79	1,11	2,28	0,55	2,8 2	0,71	3,16	0,92	3,8 8	0,91	3,4 9	35
	5,18	1,50	2,46	0,73	3,0 2	0,91	3,33	1,09	4,1 3	1,15	3,7 3	45

Примітка. Гуматне добриво + пл.

Для підвищення ефективності побічної продукції перед наукою постає завдання пошуку шляхів її поєднання із сидеральною культурою, гуматними добривами і стимуляторами росту, що наближають продуктивність сівозміни до технологій із застосуванням гною.

Тому, за органічної системи удобрення застосування місцевих органічних ресурсів і орґано-мінеральних біоактивних добрив існує можливість підвищення урожайності культур польової сівозміни за оптимального удобрення зерна пшениці озимої – до 34%, вівса до 59, ячменю до 48, гречки до 38 і гороху до 35%, порівняно з контролем (солома без добрив). За продуктивністю визначено оптимальним удобренням за прямої дії і післядії гною ВРХ у дозі 60 т/га, що забезпечила 3,16 т/га з.о., з приростом 40% до контролю без добрив. Найперспективніше – застосування 2 т/га ОМБД з приростом 1,15 т/га з.о., або 44% до контролю.

7. ЯКІСТЬ ОСНОВНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

У зв'язку із заборобою використання мінерального азоту із промислових добрив в органічному землеробстві постає важлива проблема отримання сільськогосподарської продукції високої якості.

За 2021–2025 рр. проведені дослідження по визначенню зоотехнічного аналізу зерна: пшениці озимою, кукурудзи, ячменю, гречки і гороху за основними показниками якості: протеїн, білок, жир, клітковина, зола, гігроскопічна волога, крохмаль та вміст P_2O_5 і K_2O .

Пшениця озима. Застосування органічних добрив в дозах 30 і 60 т/га гною навіть на 4 рік післядії позитивно вплинуло на вміст протеїну в зерні озимої пшениці, де він становив 9,54–11,55 % порівняно з контролем без добрив – 9,86 %. За внесення ОМБД – органік у дозі 2 т/га його вміст досягав 10,39 %, а за 1 т/га знизився до рівня контролю – 10,04% (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Якість зерна пшениці озимої за органічної системи удобрення досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021–2023 рр., %

Удобрєння	Протеїн	Білок	Клейковина	Зола	Жир	Крохмаль	P_2O_5	K_2O
Контроль – солома	9,86	8,91	18,77	1,29	1,98	67,40	0,81	0,52
Гній ВРХ 12 т/га+ біодеструктор*	9,54	8,55	17,53	1,31	1,94	66,84	0,83	0,52
Гній ВРХ 6 т/га+ біодеструктор*	11,55	10,48	19,05	1,42	2,02	65,15	0,85	0,54
N30*	11,57	10,50	19,37	1,45	2,02	65,91	0,84	0,54
Біодеструктор + N30	11,28	10,31	18,70	1,45	2,00	66,10	0,85	0,54
Біодеструктор*	9,92	8,83	17,91	1,27	1,96	67,65	0,81	0,53
ОМБД органік 1 т/га*	10,04	9,00	17,94	1,29	1,99	67,26	0,81	0,54
ОМБД органік 2 т/га*	10,39	9,32	18,31	1,42	1,92	66,76	0,82	0,53

Примітка. Гуматне добриво + пп.

Вміст білка на всіх удобрених варіантах був на 2,4–2,8 % нижчим порівняно з контролем без добрив, що очевидно пов'язано із ростовим розбавленням, значним збільшенням врожайності зерна пшениці озимої. Вміст клітковини коливався на рівні 21,16–21,27 % і відповідав неудобреному варіанту (контроль).

Овес. Застосування 30 т/га гною великої рогатої худоби і ОМБД – органік в дозах 1 і 2 т/га за вирощування вівса позитивно вплинуло на показники якості зерна. Найменший вміст протеїну 8,21 % визначено за внесення 60 т/га гною великої рогатої худоби, що спричинено ростовим розбавленням підвищенням цього показника на варіантах з нижчою продуктивністю на %.

Установлено підвищення вмісту клітковини за органічної системи удобрення із внесення ОМБД на 1,00–1,85 % порівняно з показником на контролі – 12,01 % (табл. 7.2).

Таблиця 7.2. Якість зерна вівса за органічної системи удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2022–2024 рр., %

Удобрєння на 1 га рїлї	Протеїн	Бїлок	Кїтковина	Зола	Жир	Крохмаль	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гїгроскопїчна волога
Контроль солома –	8,27	7,25	12,01	3,01	5,30	57,80	0,79	0,49	11,90
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор*	8,21	7,20	11,92	3,05	5,35	57,72	0,80	0,50	11,80
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор*	8,35	7,32	13,38	3,03	5,28	57,86	0,80	0,50	11,83
Бїодеструктор*	8,42	7,31	13,15	3,03	5,31	57,81	0,81	0,50	13,10
ОМБД-органїк – 1 т/га*	8,51	7,52	13,85	3,02	5,35	57,76	0,84	0,51	13,20
ОМБД-органїк – 2 т/га*	8,60	7,38	13,74	3,05	5,30	57,85	0,83	0,51	13,64

Прїмїтка. Гуматне добриво + пп.

Ячмінь. Показники якості зерна ячменю за застосування органічних і органо-мінеральних добрив та побічної продукції (5 т/га соломи вівса) істотно переважали значення контролю без добрив: за вмісту протеїну відповідно на 0,48–0,80 %, білка на 0,52–0,78 %. Найвищий вміст крохмалю 63,86 і 65,38 % визначено за внесення 1 і 2 т/га ОМБД із приростом до контролю відповідно 1,6–2,2% (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. Якість зерна ячменю за органічної системи удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2023–2025 рр., %

Удобрєння на 1 га ріллі	Протеїн	Білок	Клітковина	Зола	Жир	Крохмаль	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гігроскопічна волога
Контроль – солома	11,32	10,18	4,63	2,40	2,85	54,35	2,87	0,72	9,50
Гній ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	11,83	10,72	4,68	2,42	2,83	54,30	2,90	0,72	10,51
Гній ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	11,72	10,70	4,70	2,40	2,80	54,49	2,84	0,72	8,70
Біодеструктор*	11,80	10,74	4,55	2,38	2,84	54,50	2,84	0,73	9,32
ОМБД-органік – 1 т/га*	11,93	10,83	4,60	2,43	2,88	54,93	2,88	0,73	10,03
ОМБД-органік – 2 т/га*	12,10	10,96	4,62	2,46	2,92	54,70	2,90	0,74	9,57

Примітка. Гуматне добриво + шп.

Горох. За вирощування гороху значної диференціації за показниками якості зерна на удобрєних варіантах за органічних систем не визначено, вони перебувають в межах контролю без добрив і становлять по протеїну 17,32–18,40 %, білка 16,69–17,30 % і клітковини 5,26–5,35 %. Установлено зростання якісних показників за внесення ОМБД в дозі 2 т/га (табл. 7.4).

Таблиця 7.4. Якість зерна гороху за органічної системи удобрення в польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021-2022, 2025 рр., %

Удобрєння на 1 га рїлї	Протєїн	Бїлок	Жир	Зола	Кїтковина	Гїроскопїчна волога	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль – солома	17,32	17,01	1,06	3,22	5,26	9,30	1,03	1,05
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор*	18,24	17,19	1,03	3,15	5,31	9,36	1,02	1,07
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор*	18,40	17,30	1,01	3,23	5,27	8,83	1,04	1,06
Бїодеструктор*	17,82	17,03	1,00	3,10	5,34	8,49	1,02	1,06
ОМБД-органїк - 1 т/га*	17,75	16,69	1,01	3,09	5,28	8,30	1,03	1,00
ОМБД-органїк - 2 т/га*	18,52	17,09	1,03	3,06	5,35	8,37	1,03	1,05

Примїтка. Гуматне добриво + пп.

Грєчка. Формування якїсних показникїв грєчки не пїддається помїтним змїнам пїд дїєю добрив в органїчному блоцї дослїду. Засоби бїологїзацїї за вирощування грєчки найбїльш їстотно вплинули на показники протєїну в зернї. (табл. 7.5.)

Так їого вміст на удобрєних варїантах пїдвищився на 1,12–1,74% порївняно з контролем без добрив – 12,15%. Найвищий вміст протєїну встановлено за застосування ОМБД у дозї 1 т/га – 13,89%. Внесення 60 т/га гною великої рогатої худоби перевищувало контроль по бїлку на 0,32%

Таблиця 7.5. Якість зерна гречки за органічної системи удобрення в польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021, 2024-2025 рр., %

Удобрєння на 1 га рїлї	Протеїн	Бїлок	Жир	Гїгроскоп. волога	P₂O₅	K₂O
Контроль – солома	12,15	11,15	3,15	0,85	0,54	11,74
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор*	13,27	11,47	3,42	0,86	0,56	12,56
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор*	13,78	11,20	3,02	0,86	0,56	12,06
Бїодеструктор*	13,49	11,19	3,31	0,86	0,56	11,21
ОМБД-органїк – 1 т/га*	13,89	11,79	3,17	0,86	0,55	10,84
ОМБД-органїк – 2 т/га*	13,42	11,35	3,43	0,86	0,55	10,97

Примїтка. Гуматне добриво + пп.

Тому за органічної системи удобрення із застосуванням підстилкового гною великої рогатої худоби, побїчної продукції і бїодеструктора Екостерн, органо-мїнеральних бїоактивних та гуматних добрив визначено пїдвищення показникїв якостї основної продукції зернових і зернобобових культур порївняно із екстенсивним ведєнням землеробства.

8. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

За органічного виробництва вирішального значення набуває отримання сільськогосподарської продукції, що відповідає високій якості і прибутковості. Адже відмова від мінеральних добрив, недостатня кількість місцевих органічних ресурсів і заборона використання хімічних засобів захисту боротьби від шкідників і хвороб, призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур на 30–50 % порівняно із інтенсивним землеробством. Тому згідно розробленої методики визначення економічної ефективності за органічного виробництва (відділ економіки ННЦ «ІЗ НААН») ціна на сільськогосподарську продукцію під час розрахунків збільшена на 30 %.

Визначено, що економічні показники для кожної культури польової сівозміни залежать від агротехнічного вирощування, а також від тривалості прямої дії і післядії внесення органічних та органо-мінеральних біоактивних добрив.

Пшениця озима. У зв'язку із післядією гною великої рогатої худоби (4 рік) найбільшу собівартість за вирощування пшениці озимої одержано за внесення 2 т/га ОМБД гною разом із 5 т/га соломи гороху і обробленого біодеструктором на цих варіантах вона становила 13000 грн/га, а за післядії гною ВРХ у дозах 6 і 12 т/га –знижувалася до 11749 і 12201 грн/га. Найвищий прибуток 29703 грн/га визначено за внесення ОМБД у дозі 2 т/га із відповідним високим рівнем рентабельності 231 %. Застосування побічної продукції разом із біодеструктором виявилось більш економічно ефективним, ніж внесення ОМБД, за відповідного рівня прибутку 11403 грн/га і рентабельності 230 % (табл. 8.1).

Таблиця 8.1. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої за органічного удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021–2023 рр.

Удобрєння На 1 га рїлї	Собївартїсть продукції, грн/га	Вартїсть вирощєної продукції, грн	Прибуток, грн/га	Рєнтабельнїсть, %
Кєнтрєль – сєлєма	10319	29416	19097	185
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїєдєструктєр*	12201	40778	28576	234
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїєдєструктєр*	11749	36629	24879	211
Бїєдєструктєр*	11403	37652	26249	230
ОМБД - 1 т/га*	11936	39541	27604	231
ОМБД - 2 т/га*	13000	42704	29703	228

Прїмїтка. Гуматнє добрїво + пп.

Овес – перша культєра в рєтації польовї сївозмїни, що вїкорїстовує прямє дїю 60 і 30 т/га гною + 5 т/га побїчнїї продукції – сєлєми пшєницї озимїї, обрєбленєю бїєдєструктєром Екєстєрн. У зв'язку з тим, що за вирощування вївса екєномїчнї витрати за вєсєння 30 і 60 т/га гною великїї рєгатїї худєби набагато вищі, алє цє кємпєнсувалєся висєким прїбутком – 35721 34618 грн. За вєсєння 1 і 2 т/га ОМБД вїдмїчєно нїжчі витрати на 1 га порївнїяно їз вєсєння 30 і 60 т/га гною великїї рєгатїї худєби, Найбїльшїй прїбуток вїзначєно за вєсєння 12 т/га сївозмїннїї плєщї гною великїї рєгатїї худєби і 2 т/га ОМБД – 35721 і 35805 грн/га та рївєнь рєнтабельнєстї – 179 і 232 %, що нєзначно постєпалися їх полєвинним дозам 204 і 238 % вїдповїдно (табл. 8.2).

Таблиця 8.2. Економічна ефективність вирощування вівса за органічної системи удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2022–2025 рр.

Удобрєння на 1 га рїллі	Собївартїсть продукції, грн/га	Вартїсть вирощєної продукції, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельнїсть, %
Контроль – солома	12369	36435	24066	205
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор*	20979	56700	35721	179
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор*	17882	52500	34618	204
Бїодеструктор*	12779	40005	27226	224
ОМБД - 1 т/га*	14270	46620	32350	238
ОМБД - 2 т/га*	16170	51975	35805	232

Прїмїтка. Гуматне добриво + пп.

Ячмінь ярїй. Культура вїкорїстовує пїслядїю 1 року гною великої рогатої худоби по фону 5 т/га соломи вївса оброблєних бїодеструктором. За органїчної системи удобрення вїзначєно ефектївнїм застосування 30 т/га гною ВРХ із отриманням прибутку – 17882 грн/га та рївнем рентабельнїстї – 93%. Найвїщїй прибуток – 10,3 тїс грн/га, але найнїжчїй рївень рентабельнїстї 81% отримано за застосування 60 т/га гною. Економїчна ефектївнїсть органомїнеральнїх бїоактївнїх добрїв була на рївнї застосування 5 т/га соломи вївса + бїодеструктор та показнїком рентабельнїстї 130 % (табл. 8.3).

Таблиця 8.3. Економічна ефективність вирощування ячменю ярого за органічної системи удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2022–2025 рр.

Удобрєння на 1 га рїлї	Собївартїсть продукції, грн/га	Вартїсть вирощєної продукції, грн	Прибуток, грн/га	Рєнтабельнїсть, %
Контроль – солома	12411	25159	12369	103
Гнїй ВРХ 12 т/га + бїодеструктор*	20811	37693	20979	81
Гнїй ВРХ 6 т/га + бїодеструктор*	17661	34060	17882	93
Бїодеструктор*	13010	29519	12779	127
ОМБД - 1 т/га*	14312	32970	14270	130
ОМБД - 2 т/га*	15425	35422	16170	130

Прїмїтка. Гуматне добрїво + пп.

Горєх. Культєра, що вїкорїстовує 3 рїк пїслядїї гноєу великої рогатої худоби по фонє 2 т/га соломи грєчки обробленоє бїодеструктором Екостєрн. Вїзначєно високу єфектївнїсть застосовування гноєу у дозі 60 т/га і ОМБД 2 т/га, де вїдповїдно отримано найвищі прибутки – 30618 та 30690 грн/га і з рївнем рєнтабельностї 153 і 199%. Внесєння органо-мїнеральних бїоактївних добрїв у дозі 1 т/га вїдповїдало одним їз найнижчих затрат і найвищїй рєнтабельностї 231 і 204% вїдповїдно (табл. 8.4).

Таблиця 8.4. Економічна ефективність вирощування гороху за органічного удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021-2022, 2025 рр.

Удобрєння на 1 га рїлї	Собївартїсть продукцїї, грн/га	Вартїсть вирощєної продукцїї, грн	Прибуток, грн/га	Рєнтабельнїсть, %
Контроль – солома	10602	31230	20628	176
Гнїй ВРХ 12 т/га + біодєструктор*	17982	48600	30618	153
Гнїй ВРХ 6 т/га + біодєструктор*	15327	45000	29673	175
Бїодєструктор*	10953	34290	23337	192
ОМБД - 1 т/га*	12231	39960	27729	204
ОМБД - 2 т/га*	13860	44550	30690	199

Примїтка. Гуматне добриво + пп.

Грєчка. В зв'язку з тим, що за роки дослїджень закупївельна цїна на зерно грєчки на аграрному ринку України пїдвищилась до 21 тис. грн за 1 т (2025 р.), вирощування цїєї культури визначається високою економїчною ефєктивнїстю навїть за органїчного її виробництва. Пїслядїя 2 року застосування 60 т/га гною великої рогатої худоби по фону 3 т соломи ячменю із обробкою біодєструктором забезпечило низький прибуток 20,9 тис грн/га із рївнем рєнтабельностї – 68%, що поступалося контролю – 14161 грн. Перспективним і економїчно доцїльним в органїчному блоцї визначено застосування органо-мїнеральних бїоактивних добрив у дозї 1 і 2 т/га із отриманням найвищих прибутків 20761 і 20511 грн/га із високим рївнем рєнтабельностї вїдповїдно 149 і 180% (табл. 8.5).

Таблиця 8.5. Економічна ефективність вирощування гречки за органічного удобрення у польовому досліді на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021, 2024-2025 рр.

Удобрєння на 1 га рїлї	Собївартїсть продукції, грн/га	Вартїсть вирощєної продукції, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельнїсть, %
Контроль – солома	11924	26085	14161	131
Гнїй ВРХ 12 т/га + біодеструктор*	21076	34052	12976	68
Гнїй ВРХ 6 т/га + біодеструктор*	17303	32177	14874	95
Бїодеструктор*	12232	28585	16353	133
ОМБД - 1 т/га*	13915	34676	20761	149
ОМБД - 2 т/га*	12996	36395	20511	180

Прїмїтка. Гуматне добриво + пп.

Отже, визначєно, що за показниками економїчної ефєктивностї в органїчному землеробствї економїчно доцїльно застосовувати органїчні ресурси господарства – пїдстилковий гнїй великої рогатої худоби та їн., побїчну продукцію рослинництва, з обов’язковою обробкою біодеструктором, а також позакорєнєве пїдживлення гуматними добривами ї внесенням оптимальних доз 1 ї 2 т/га органо-мїнеральних бїоактивних добрив.

Список літератури

1. С.С. Антонець, В.М. Писаренко, М.М. Опара Регіональний аспект біологізації землеробства: напрями досліджень, здобутки і перспективи. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 2001. № 4. С. 15–19.
2. Аминокат. Управление стрессом растений. К.: ООО «Нутритех Украины». 2013. 38 с.
3. Барановський В.А. Екологічний стан України. К.: Географіка. 2000. 41 с.
4. Біостимулятори (регулятори росту) рослин. К.: МНТЦ Агробіотех НАН України і МОН України, 2013–2014. 29 с.
5. Бегей С.В. Екологічне землеробство. С.В. Бегей. Львів: Новий світ-2000. 2009. 428 с.
6. Бенчева Н. П. Костадинова, В. Попов. Биологическое земледелие – альтернатива на конвенционального. Научн. Труд. Висш. Селскостоп Инст. Пловдив, 1997. Т. 42. Кн. 1. С. 199–206.
7. Данюк Ю., Линчак Н., Ковальчук Є., Барбан О., Таганцова М. Розвиток виробництва органічної продукції в Україні. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences* 2025, No 5. С. 289–296.
8. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А. Наукові основи відтворення родючості ґрунтів і екологічна безпека у системах землеробства Полісся та Лісостепу України: монографія; за ред. чл.-кор. НААН С. Е. Дегодюка. Київ: Аграрна наука, 2024. 260 с.
9. Городній М.М. Агрохімія. К.: Вища школа. 1990. 288 с.
10. Довідник міжнародних стандартів для органічного виробництва. За ред. Копитька М.В., Копитько О.О., Київ СПД Горобець Г.С. 2017. 356 с.
11. Дегодюк Е.Г. С.Е. Дегодюк Екологічний стан басейнів малих річок і здоров'я населення України *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2005. № 81. С.168–173.
12. Дегодюк С.Е., Дегодюк, Е.Г., Дегодюк. С. Гуральчук, М.М., Проненко, Є. Бондар Адаптація «органічної» системи землеробства до природних і

соціальних умов України *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т. 2011. № 15 (2). С. 238–246.

13. Карасик І.М., Теркіял О.М., Господаренко Г.М., Ю.В. Колярський Агрохімія. Київ. Вища школа, 1999. 471с.

14. Культура сидерації. Наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності. За ред. Е.Г. Дегодюка, С.Ю. Булигіна, Камінський В.Ф., Дегодюк С.Є., Літвінова О.А., Єрмолаєв М.М., Вовкогон В.В., Булигін С.Ю., Дишлюк В.Є. Київ Аграрна наука. 2013. 80 с.

15. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні/за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського, Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.

16. Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України За ред В.Ф. Камінського: В.Ф. Камінський, Гадзала Я.М., Моргун Т.Е., Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Є., Літвінова О.А та ін. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 428 с.

17. Овсинский И.Е., Новая система земледелия Киев: Зерно, 2010.332с.

18. Отінський А.М. Напрями стабілізації систем землеробства в Україні. Збірник наукових праць *Орден трудового червоного прапору «ІЗ НААН»*. Київ. 1999р. Вип. 4. 180с.

19. Рациональное застосування органо-мінеральних добрив у землеробстві (рекомендації)/за ред. Е.Г. Дегодюка, Дегодюк С.Є., Бондар Є.А. Літвінова О.А., Дишлюк В.Є. Київ: Аграрна наука. 2013. 60 с.

20. Руководство по удобрениям сельскохозяйственных культур Stoller. USA. 2014. 14с.

21. Ратушняк Т.М. Ратушняк В. І. «Розвиток органічного ринку в Україні. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливості продажу якісної органічної продукції». Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 316 с.

22. Сорочинський В.В, Бульо В.С., Польовий В.М. Використання сидератів і сололоми на добриво – реальний шлях підвищення родючості ґрунтів Західного регіону. Львів: Оброшине «ІЗТР НААН». 2015. 20с.

Наукове видання

ДЕГОДІЮК Станіслав Едуардович
МУЛЯРЧУК Андрій Олександрович
ШТАКАЛ Віктор Миколайович
КОРОБКО Антон Володимирович
ХУДОЛЄЄВ Ігор Васильович

**СУЧАСНІ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЗА ОРГАНІЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Науково-методичні рекомендації
За редакцією С.Е. Дегодюка

Підписано до друку 06.10.2025.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 4.
Умов. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 2,55.
Наклад 100 прим. Зам. № 1293/11.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>