

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Шевчука Олександра Вікторовича на тему **«Агрохімічна ефективність супутніх продуктів виробництва біогазу на сірому лісовому ґрунті Правобережного Лісостепу України»**, подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія»

Актуальність теми. Дисертаційна робота є унікальною, поєднує вирішення трьох найважливіших проблем аграрного виробництва – це енергетична і продовольча безпека держави та формування сталих технологій вирощування пшениці озимої та кукурудзи за вуглецево нейтральним сценарієм, що відповідає європейському зеленому курсу. Дигестат є ефективним удобрювальним продуктом, основу якого складають органічні сполуки, що містять широкий спектр необхідних для рослин поживних речовин, гормонів росту та вітамінів. У процесі виробництва дигестат отримують різного хімічного складу з різними фізичними властивості, що потребує досліджень щодо ефективності його застосування в посівах сільськогосподарських культур. Пшениця озима та кукурудза є найбільш розповсюдженими культурами в аграрному виробництві України з сумарною посівною площею понад 12 млн. га. Тому вибір тематики є багатоцільовим і надзвичайно актуальним для сучасного виробництва, яке потерпає від гострого дефіциту органічних добрив і супроводжується поступовою деградацією ґрунтів.

Дослідження виконано в рамках програми наукових досліджень Уманського національного університету «Збалансоване використання, прогноз і управління природним та ресурсним потенціалом агроєкосистем України» (2021–2025 рр., номер ДР 0121U112521) за тематикою кафедри агрохімії і ґрунтознавства «Забезпечення раціонального використання ґрунтових ресурсів та управління мінеральним живленням сільськогосподарських культур».

Дисертаційна робота Шевчука Олександра Вікторовича викладена на 253 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі 192 – основного тексту, що складається з анотації, списку скорочень, вступу, шести розділів, висновків і рекомендації виробництву. Містить 31 таблицю, 5 рисунків і 6 додатків. У списку використаних джерел 426 найменувань, із яких 234 – латиницею.

Наукові результати, сформульовані в дисертації. У розділі 1 здобувач розкриває потенціал ресурсів біогазового виробництва та екологічні проблеми утилізації його супутніх продуктів, висвітлює вплив супутніх продуктів виробництва біогазу на властивості ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур.

У розділі 2 дана характеристика ґрунту, розкриті особливості метеорологічних умов у роки досліджень, представлена методика проведення досліджень.

У розділі 3 висвітлено перспективність виробництва та застосування дигестату для відновлюваної енергії та удобрення сільськогосподарських культур. Надано хімічний склад дигестату, зазначено, що кожна партія дигестату – це окреме добриво з різним хімічним складом макро- й мікроелементів та вмістом органічної речовини. Здобувач широко висвітлює хімічний склад та фізичні властивості

компонентів для виробництва дигестату, надає дані щодо загальної мікробіологічної активності курячого посліду, характеризує хімічний склад органічного добрива, широко висвітлює вплив дигестату на мікологічний стан ґрунту.

У розділі 4 показано вплив доз дигестату на продуктивність пшениці озимої, винесення основних елементів живлення урожаєм пшениці озимої та їх баланс у ґрунті. Здобувач відмічає доцільність ранньовесняного підживлення пшениці озимої рідким дигестатом дозою 10 м³/га, що еквівалентно внесенню 109 кг/га азоту добрив напровесні. За такого сценарію удобрення врожайність зерна може становити 7,64–8,68 т/га за вмісту білка 10,7–11,4 %.

Встановлено ефективність в посівах пшениці озимої дози дигестату 20 м³/га або в поєднанні з аміаком водним у відношенні за азотом 1 : 1 за дози N₂₀₀. Підживлення пшениці озимої дигестатом напровесні дозами більш як 30 м³/га не сприяло достовірному підвищенню врожайності пшениці озимої. За дози дигестату напровесні 10–30 м³/га показники якості зерна не поступались традиційній системі удобрення синтетичними азотними добривами.

Підживлення дигестатом, порівняно з азотними добривами, поліпшило азотний режим ґрунту в кінці вегетації пшениці озимої. За дози дигестату 10 м³/га інтенсивність балансу азоту в посівах пшениці озимої становила 61%, фосфору – 168%, калію – 201%, що свідчить про необхідність додаткового внесення азотних добрив. При цьому коефіцієнт використання з дигестату азоту становив 82,6%, фосфору – 32,6%, калію – 77,4 % і знижувався за дози його внесення 30 м³/га відповідно до 13,9%, 4,8% і 22,0%.

В розділі 5 здобувач висвітлює вміст хімічних елементів у рослинах кукурудзи залежно від доз внесення дигестату, винесення основних елементів живлення та їх баланс у ґрунті, вплив післядії дигестату на врожайність кукурудзи.

Здобувач відмічає, що внесення дигестату підвищило врожайність кукурудзи порівняно з контролем без добрив на 2,65–2,96 т/га або на 46–51% за врожайності на контролі 5,80 т/га. Внесення 10 м³/га дигестату в поєднанні з аміаком водним забезпечило тенденцію збільшення врожайності на 0,31 т/га або на 12% порівняно з внесенням лише дигестату в дозі 20 м³/га.

Застосування під кукурудзу дигестату в дозі 20 м³/га порівняно з виробничим контролем 200 кг/га у вигляді аміаку водного істотно не впливало на показники якості зерна. При цьому спостерігалась тенденція поліпшення натури зерна та вмісту в ньому протеїну.

За умови видалення з поля лише зерна кукурудзи система удобрення з внесенням Дигестат 10 м³/га + N_{ва} за загальної дози азоту 200 кг/га формувала найсприятливіший додатний баланс азоту, фосфору та калію в ґрунті – відповідно 68,0 кг/га, 54,1 і 44,2 кг/га.

У розділі 6 здобувач зазначає, що застосування дигестату в системі удобрення пшениці озимої і кукурудзи є економічно виправданим і може замінити дороге вартісні синтетичні азотні добрива. При цьому необхідно врахувати витрати на транспортування дигестату від біогазової установки до поля. Окупність 1 грн витрат за різних систем удобрення пшениці озимої змінювалась в межах 0,5–4,8 грн і була найвищою за підживлення її дигестатом дозою 10 м³/га, навіть за його перевезення на відстань до 56 км. Чистий енергетичний прибуток за дози дигестату 10 м³/га становив 30,3 ГДж/га, або 99% від традиційного підживлення синтетичними азотними добривами (N₁₀₉).

За внесення під кукурудзу 200 кг/га азоту вартість приросту врожаю зерна змінювалась від 20,1 тис. до 22,5 тис. грн/га і найвищою була за внесення 10 м³/га дигестату в поєднанні з аміаком водним у відношенні за азотом як 1 : 1. Заміна в системі удобрення кукурудзи аміаку водного дигестатом дозою 10–20 м³/га підвищило чистий енергетичний прибуток на 37–46%. Найнижчі енергетичні витрати забезпечило внесення під кукурудзу 75% азоту у вигляді 15 м³/га дигестату та 25% – аміаку водного. При цьому енергетична собівартість 1 т зерна знижувалась з 6,39 до 1,88 ГДж.

У дисертаційній роботі надані рекомендації виробництву, згідно з якими в умовах Правобережного Лісостепу України для забезпечення сталого відновлення та поліпшення агрохімічних властивостей темно-сірого лісового ґрунту середньо суглинкового гранулометричного складу з низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) та дуже високим – рухомими сполуками фосфору і калію (за методом Чирикова), забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур рекомендується застосовувати рідкий дигестат на основі курячого посліду з вмістом 1,1% азоту, 0,97% – P₂O₅ і 0,81% – K₂O:

- для ранньовесняного підживлення пшениці озимої дозою 10 м³/га, що замінить внесення синтетичних азотних добрив наповесні та на стадії ВВСН 28–29 загальною дозою азоту 109 кг/га;

- для осіннього внесення під кукурудзу в дозі 20 м³/га або в поєднанні з аміаком водним у відношенні за азотом 1 : 1 за дози N₂₀₀.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні актуального науково-прикладного завдання з ефективного використання дигестату для відновлення родючості темно-сірого лісового ґрунту, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та екологічно безпечної утилізації курячого посліду, що забезпечує реалізацію концепції сталого розвитку.

Вперше науково обґрунтовано і практично доведено агрохімічну доцільність й ефективність застосування дигестату біогазового виробництва з курячого посліду як удобрювального продукту під пшеницю м'яку озиму та кукурудзу, а також запропоновано вирішення питання еколого безпечної його утилізації на сірому лісовому ґрунті Правобережного Лісостепу. Встановлено особливості росту й розвитку пшениці м'якої озимої і кукурудзи, закономірності формування їх продуктивності залежно від застосування різних доз дигестату. Обґрунтовано оптимальні дози внесення дигестату в агроценозах пшениці м'якої озимої і кукурудзи. Доведено підвищення врожайності і поліпшення біохімічних показників якості зерна пшениці м'якої озимої і кукурудзи.

Удосконалено системи управління живленням пшениці м'якої озимої і кукурудзи у сучасних технологіях вирощування з урахуванням впливу дигестату на агрохімічні та інші властивості сірого лісового ґрунту, характеру трансформації в ньому органічних речовин, поживного режиму та біологічної активності.

Набули подальшого розвитку: вчення про можливість екологічно безпечної утилізації супутніх продуктів анаеробного зброджування курячого посліду в біогазовій станції як можливого джерела живлення рослин і органічних речовин у ґрунті з метою відновлення його біологічних функцій; удосконалено технологічні підходи їх застосування як удобрювального продукту, оцінювання їх елементного складу; наукові положення щодо підвищення продуктивності пшениці м'якої озимої і

кукурудзи завдяки використанню нового виду органічних добрив (дигестату) зі сприятливими мікробіологічними і агрохімічними властивостями.

Оцінка обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Матеріали дисертації, її висновки, рекомендації виробництву обґрунтовані трирічними експериментальними даними. Дослідження проводили у тимчасових польових дослідах на землях с. Лукашівка Ладизинської міської ради, де пшеницю м'яку озиму вирощували упродовж 2021-2023 рр., кукурудзу - 2022-2024 рр.

Дослід проводився на типових для Лісостепової Правобережної провінції сірому лісовому та темно-сірому опідзоленому ґрунтах, які сформувались в умовах нестійкого атмосферного зволоження, під впливом широколистяної лісової і трав'яної різнотравно-злакової рослинності.

У роботі використані сучасні методики, що дало змогу отримати об'єктивні результати. Наведені висновки та рекомендації виробництву випливають із експериментальних даних, математично обраховані, тому є цілком достовірними і сумніву не викликають.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні алгоритму дій та пропозицій щодо повернення органічних відходів у виробничий цикл, що відповідає основним директивам ЄС. Досліджено хімічний склад супутніх продуктів біогазового виробництва з курячого посліду, визначено оптимальні дози дигестату на сірому лісовому ґрунті для удобрення пшениці м'якої озимої і кукурудзи. Ці технології є основою низьковуглецевого, сталого та ефективного сільськогосподарського виробництва.

Розроблено практичні рекомендації щодо застосування дигестату. Встановлено, ефективність ранньовесняного підживлення пшениці озимої рідким дигестатом дозою 10 м³/га, що забезпечує врожайність зерна в межах 7,64–8,68 т/га за вмісту білка 10,7–11,4%. Визначено ефективним його внесення в дозі 20 м³/га або в поєднанні з аміаком водним у відношенні за азотом 1 : 1 за дози N₂₀₀. Рекомендації щодо застосування дигестату пройшли виробничу перевірку та впроваджені в агрофірмі «Колос» м. Ладизин Вінницької області на площі 110 га під пшеницю озиму та 145 га під кукурудзу (акт від 29.09.2025 р).

Шляхи використання результатів досліджень. Результати дисертаційної роботи впроваджуються у навчальному процесі студентів освітніх рівнів бакалавр і магістр та науково-дослідній роботі в Уманському НУ (акт від 16.09.2025 р.). У освітньому процесі застосовуються напрацювання здобувача щодо застосування дигестату з курячого посліду в системах удобрення польових культур. Ці знання можуть бути використані при читанні лекцій для спеціалістів дорадчих службах та курсах підвищення кваліфікації для фахівців-аграріїв.

Повнота вкладення результатів досліджень в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи опубліковано у 16 наукових працях, із них: 6 статей у фахових виданнях України, 10 – у доповідях і тезах науково-практичних конференцій.

Зауваження та побажання по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота є класичною науковою агрохімічною працею, відзначається високим рівнем

актуальності, залишає хороше враження і заслуговує на позитивну оцінку. Проте, як і в кожній творчій роботі є незначні недоліки, що є підставою для зауважень і побажань:

- огляд літератури складає 40 сторінок, що є занадто багато як для дисертацій рівня доктора філософії. Скорочення обсягів цього розділу та лаконічніша форма викладення матеріалу була б доречна;

- у розділі «методика досліджень» для кращого сприйняття матеріалу доречним було б показати схеми досліджень окрім їх детального описання;

- доречним було б також описати процес виробництва дигестату для розуміння варіацій його хімічного складу і можливостей застосування;

- у підрозділі 2.2 «кліматичні та агрометеорологічні умови» графічне відображення особливостей погодних умов в роки досліджень тільки б збагатило роботу і не було б зайвим;

- доречним було б у підрозділі 2.2 порахувати та подати гідротермічний коефіцієнт, який характеризує посушливість погодних умов. Це дозволило б проаналізувати ефективність застосування дигестату у посушливі роки досліджень, які дедалі стають частішими;

- у розділі 3 мікологічний стан ґрунту за внесення дигестату варто було б подати окремим підрозділом;

- у перспективі варто дослідити вплив дигестату на забезпечення ґрунту залізом і цинком в контексті валових і рухомих форм. Це б дозволило визначитись зі стратегією його першочергового застосування з урахуванням забезпечення ґрунтів мікроелементами та потребою сільськогосподарських культур;

- розділ 4 щодо удобрення пшениці озимої досить вдало побудований з дотриманням алгоритму добриво-ґрунт-рослина визначенням виносу та балансу елементів живлення. Це суцільно агрохімічний підхід, який дозволяє визначити ефективність та збалансованість системи удобрення. Водночас, у розділі основна увага прикута до азотного живлення, а фосфорне і калійне живлення залишились поза увагою, хоча вміст цих елементів у складі дигестату є досить високим. Хотілося б, щоб здобувач висловив своє бачення з цього питання;

- у розділі 5 щодо ефективності застосування дигестату під кукурудзу основна увага прикута до рослини, визначені винос та баланс елементів живлення, проте особливості поживного режиму ґрунту залишились поза увагою. Дослідження у цьому напрямі були б доречними, вони б збагатили розділ і роботу в цілому.

Загальне зауваження зі списку літератури потрібно вилучити російськомовні джерела за номером 105, 158, 188 та білоруське видання 122.

Зазначені зауваження і побажання жодним чином не зменшують вагомості, наукову і практичну цінність дисертаційної роботи, вони є полем для роздумів і побажань здобувачеві у його подальшій роботі.

Загальний висновок. Дисертаційна робота відзначається високим рівнем новизни і актуальності, має вагоме практичне значення, що свідчить про високий рівень теоретичних знань, умінь, навичок і компетентностей здобувача, які

відповідають вимогам третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія».

Вважаю, що дисертаційна робота Шевчука Олександра Вікторовича «Агрохімічна ефективність супутніх продуктів виробництва біогазу на сірому лісовому ґрунті Правобережного Лісостепу України» є завершеною науковою працею, що виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності, за актуальністю, новизною, практичним значенням, обґрунтованістю наукових положень та висновків повною мірою відповідає «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 із змінами та вимогам до оформлення дисертацій затверджених наказом МОН України від 12.01.2017 року № 40 із змінами, а її автор – Шевчук Олександр Вікторович – заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія.

Офіційний опонент:

доктор с.-г. наук, професор,

завідувач відділу

агрохімічних досліджень

Інституту біоенергетичних культур

і цукрових буряків НААН України

Вадим ІВАНІНА