

## МУЛОВІ МАСИ СТІЧНИХ ВОД ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИМ ДОБРИВАМ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГРЕЧКИ

**ДУБОВИЙ В. І.** – доктор сільськогосподарських наук, професор

*orcid.org/0000-0002-8637-0023*

Білоцерківський національний аграрний університет

**ХОЛОДЕНКО І. В.** – аспірант

*orcid.org/0009-0001-4978-9079*

Білоцерківський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Сучасне землеробство функціонує в умовах зростаючого дефіциту традиційних органічних добрив, подорожчання мінеральних ресурсів та посилення вимог до екологічної безпеки аграрного виробництва. У цьому контексті перспективним напрямом є використання місцевих відновлюваних ресурсів для створення нетрадиційних органо-мінеральних добрив, здатних забезпечувати потреби рослин у поживних речовинах і водночас зменшувати антропогенне навантаження на агроєкосистеми. Одним із таких ресурсів є мулові маси стічних вод — побічний продукт очищення стічних вод, який містить значні обсяги органічної речовини, макро- та мікроелементів, а також фізіологічно активних сполук, потенційно корисних для рослинного організму.

На відміну від традиційних мінеральних добрив, які забезпечують рослини переважно окремими елементами живлення та можуть спричиняти негативні екологічні наслідки, органо-мінеральні добрива на основі мулових мас здатні діяти комплексно. Їх застосування сприяє покращенню агрохімічних і агрофізичних властивостей ґрунту, активізації біологічних процесів та підвищенню рівня ґрунтової родючості. Надмірна орієнтація на мінеральні добрива у традиційних системах удобрення часто супроводжується забрудненням ґрунтів нітратами й важкими металами, підкисленням орного шару та деградацією ґрунтових екосистем. Крім того, виробництво мінеральних добрив є енергоємним і екологічно вразливим, тоді як скорочення обсягів органічних добрив унаслідок зменшення поголів'я худоби суттєво обмежує можливості підтримання родючості ґрунтів традиційними методами [2].

За таких умов особливої актуальності набуває пошук альтернативних, екологічно безпечних і водночас ефективних джерел поживних речовин для сільськогосподарських культур. Одним із перспективних варіантів є використання мулових мас стічних вод (ММСВ), які за умови відповідної підготовки та контролю якості можуть слугувати цінним компонентом систем удобрення. Дослідження свідчать, що осади стічних вод містять значні кількості органічної речовини, азоту, фосфору, калію та мікроелементів, а їх внесення може сприяти підвищенню вмісту гумусу, покращенню структури ґрунту та активізації мікробіологічної діяльності, забезпечуючи рослини збалансованим живленням [3].

Водночас, попри значний агрономічний потенціал ММСВ, питання оптимізації норм їх внесення під окремі

культури залишається недостатньо вивченим. Більшість наявних досліджень зосереджена на зернових і технічних культурах, тоді як вплив органо-мінеральних добрив на основі мулових мас на ріст, розвиток і продуктивність гречки, з урахуванням сортових особливостей, висвітлений фрагментарно. Відсутність науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування ММСВ стримує їх широке впровадження у практику землеробства.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу різних норм внесення мулових мас стічних вод на формування продуктивності рослин гречки, що дозволить обґрунтувати доцільність використання цього виду добрив та сприятиме розвитку екологічно орієнтованих і ресурсозберігаючих технологій у сучасному агрови-

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із ключових завдань сучасного аграрного виробництва є підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за умови збереження та відтворення родючості ґрунтів. Гречка (*Fagopyrum esculentum* Moench) належить до важливих продовольчих та медоносних культур, а її продуктивність значною мірою залежить від забезпечення рослин збалансованим органо-мінеральним живленням [1].

Недостатнє надходження елементів живлення негативно впливає на інтенсивність фотосинтезу, формування генеративних органів і кінцеву врожайність культури землеробства. Проведено короткий ретроспективний огляд еволюції застосування мікродобрив від 70–80 рр. минулого століття до сьогодення [4]. Завдяки швидкому росту вегетативної маси рослини гречки за сприятливих умов швидко затіняють поверхню ґрунту і пригнічують ріст бур'янів. За таких умов на полях після гречки верхній шар ґрунту не ущільнюється та легко піддається обробітці [5]. Більшість вчених стверджують про обов'язковість застосування мінеральних добрив під гречку, дискусія обмежується питанням норм внесення [3].

Обґрунтовуючи систему удобрення, слід враховувати гідротермічні умови, які впливають на ефективність добрив, сортові особливості, економічну спроможність господарства. Відмічається, що застосування мінеральних добрив у технологічному процесі вирощування гречки приводило до збільшення врожаю на 31,6–60,0 % [5]. В умовах Західного Лісостепу України проводили дослідження щодо вивчення системи удобрення гречки. Внесення підвищених норм мінеральних

добрив призвело до зниження врожаю [6]. Підвищення норми внесення N90 призвело до зниження урожаю гречки і ефективності її вирощування [7,8]. Гідротермічні умови мали більший вплив на врожайність та елементи структури врожаю ніж норми внесення азоту [10]. Агрохімічна та фізіологічна роль мікроелементів, як відомо, також багатогранна. Наприклад, бор потрібний для розвитку меристем, завдяки йому оптимізується синтез та транспорт вуглеводів. Він бере участь у процесах поділу клітин та синтезі білків [11].

Технологія застосування мікродобрив, які за необхідності використовують при передпосівній обробці насіння і при позакореновому підживленню рослин, пройшло певний еволюційний шлях. Слід зазначити, що ефективність позакоренових підживлень була низькою, значна частина мікроелементів здувалася вітром або змивалася водою, не встигнувши проникнути в рослину і включитися в обмінні процеси [5].

Провівши аналіз наукових праць, можна стверджувати, що переважна більшість як вітчизняних, так і зарубіжних вчених підтверджують тезу про потребу застосування мінеральних добрив під гречку. Дискусійними питаннями є норми внесення та співвідношення між макроелементами. Доцільним є дослідження біодобрив на основі мулових мас стічних вод очисних споруд на продуктивність рослин [11].

Необхідно звертати увагу на кількість і співвідношення мінеральних елементів, доступних рослині під час росту. Мулові маси можуть не повністю забезпечувати рослини калієм і фосфором. Рекомендується застосовувати їх для зернових і технічних культур, які мають триваліший вегетаційний період [12].

Незважаючи на численні переваги мулових мас стічних вод щодо підвищення хімічних характеристик ґрунту, агроморфологічних показників і врожайності різних культур, необхідний належний контроль вмісту важких металів у всіх формах (мулових масах, ґрунті, зерновій продукції) [13]. Щоб уникнути забруднення сільськогосподарських ґрунтів, використання мулових мас стічних вод і біодобрив у таких умовах вимагає належного контролю. Мулові маси стічних вод відповідають біодобривам, великі обсяги їх утворюються у всьому світі [14].

Комплексне застосування органічних добрив, яке передбачає внесення рослинних решток попередника, біодобрив та використання сидератів забезпечило максимальну врожайність гречки (1,72 т/га), що на 60,7 % більше, ніж на контролі [15]. Таким чином стає очевидним, що за недостатньої кількості органічних добрив актуальним є вирішення проблеми використання альтернативних видів добрив – мулових мас стічних вод. Саме підходи до вирішення цієї проблеми і стали метою наших досліджень.

**Мета.** Науково обґрунтувати доцільність і ефективність застосування мулових мас стічних вод як альтернативного органічно-мінерального добрива в умовах дефіциту традиційних органічних добрив при вирощуванні гречки.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили з метою вивчення впливу мулових мас стічних вод (ММСВ) на продуктивність рослин гречки

у дрібноділяночному польовому досліді. Вивчали чотири варіанти удобрення з розрахунку на 1 га: варіант 1 – контроль (без внесення добрив); варіант 2 – внесення ММСВ у нормі 15 т/га; варіант 3 – 30 т/га; варіант 4 – 60 т/га.

Посіви упродовж років досліджень (2023–2025 рр.) проводили вручну у третій декаді квітня на глибину 3–4 см із розрахунку 60–80 насінин на погонний метр. Площа облікової ділянки становила 2 м<sup>2</sup>, ширина міжрядь – 25 см. Відстань між варіантами удобрення складала 1 м. Дослід закладали у триразовій повторності. Внесення ММСВ здійснювали під час сівби відповідно до варіантів досліді у сухому стані в кількості 3, 6 та 12 кг на ділянку.

Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження та агротехнічні заходи, спрямовані на боротьбу з бур'янами. Початок цвітіння рослин відмічали на 25–30 день після сходів. На ранніх етапах росту і розвитку умови зволоження ґрунту були сприятливими. Ураження рослин шкідниками та хворобами впродовж періоду досліджень не спостерігалось. Рослини контрольного варіанту та захисних смуг між ділянками характеризувалися світло-зеленим забарвленням.

Збір урожаю проводили на 130-й день вегетації рослин. Урожай збирали поділяночно шляхом скошування рослин з кожної ділянки з подальшим їх поміщенням у поліетиленові мішки об'ємом 1 м<sup>3</sup> для запобігання втратам зерна внаслідок осипання. Після повного висихання рослин здійснювали загальне зважування надземної маси з кожної ділянки. Обмолот проводили вручну. Визначали загальну суху масу надземної частини рослин та їх висоту.

У дослідженнях використовували два сорти гречки. Сорт Воля створений у товаристві з обмеженою відповідальністю науково-виробничому малому підприємстві «Антарія» (м. Київ) та внесений до Реєстру сортів рослин України у 2015 році. Сорт характеризується високою врожайністю, посухостійкістю, стійкістю до вилягання й осипання, екологічною пластичністю та середньостиглістю. Відзначається високою стійкістю до пероноспорозу, бактеріальної плямистості та борошнистої роси.

Сорт Володар створений у Подільському державному аграрно-технічному університеті та внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2020 році. Сорт вирізняється високою врожайністю і якістю зерна, стійкістю до вилягання, хвороб і шкідників, а також високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Агрометеорологічні показники за роки досліджень отримували з даних Білоцерківської гідрометеорологічної станції, розташованої на відстані 7 км від дослідного поля кафедри загальної екології та екотрофології Білоцерківського національного аграрного університету. Статистичну обробку результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу за загальноприйнятою методикою [16].

**Результати досліджень.** Перед закладанням вегетаційного досліді було проведено комплексний агрохімічний аналіз ґрунту та мулових мас стічних вод у сертифікованій лабораторії кафедри землеробства,

Таблиця 1

## Результат комплексного агрохімічного аналізу ґрунту і мулових мас\*

Об'єкт	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	pH <sub>KCl</sub>
(мг/кг)							
ґрунт	2,9	12,5	15,5	60,1	85,4	0,0	7,3
мулові маси	30,5	26,1	56,5	460,5	558,3	0,0	6,3

\* Визначення амонійного азоту (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) проводили за методом з реактивом Несслера; нітратного азоту (N-NO<sub>3</sub>) – методом з реактивом Грісса; рухомого фосфору – по Чиркову ДСТУ 4115-2002; сірки – турбідиметричним методом; pH KCl – ГОСТ – 26483-85.

агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету. Отримані результати наведено в таблиці 1.

З даних, наведених у таблиці 1 видно, що агрохімічні показники ґрунту відповідають в цілому характеристиці чорноземним ґрунтам нашої зони. Щодо

Згідно з даними таблиці 1, агрохімічні показники ґрунту, використаного як контроль, загалом відповідають характеристиці чорноземів зони Лісостепу. Вміст доступних форм азоту, фосфору та калію знаходився в межах середніх значень, реакція ґрунтового розчину була близькою до нейтральної. Це створювало сприятливі умови для вивчення післядії внесення мулових мас стічних вод на агрохімічний стан ґрунту та продуктивність рослин.

Аналіз мулових мас стічних вод показав їх високу поживну цінність. Зокрема, вміст амонійного азоту перевищував аналогічний показник ґрунту майже у 10 разів, нітратного – у 2 рази, а загального мінерального

азоту – більш ніж у 4 рази. Концентрація рухомого фосфору у ММСВ була майже у 10 разів вищою, а калію – у 5 разів більшою порівняно з ґрунтом. Водночас вміст важких металів у мулових масах не перевищував гранично допустимих концентрацій, що свідчить про можливість їх безпечного використання в агровиробництві [17].

Упродовж 2023–2025 рр. погодні умови вегетаційного періоду загалом були близькими до середньобогаторічних, проте кожен рік мав свої особливості. Посів гречки в усі роки досліджень здійснювали в третій декаді квітня. Середні добові температури повітря у травні коливалися від 13,0 °С у 2025 році до 15,7 °С у 2024 році, однак амплітуда мінімальних і максимальних температур була досить значною (табл. 2).

У період появи сходів відмічали суттєві коливання температури повітря та поверхні ґрунту. Мінімальні значення температури повітря у травні змінювалися від 0,0 °С у 2023 році до 1,2 °С у 2024 році, тоді як максимальні досягали 27,1–28,3 °С. Для рослин гречки, які

Таблиця 2

## Характеристика температурних умов зовнішнього середовища при вирощуванні рослин урожай 2023–2025 рр., °С

Місяць	Температура повітря			Температура поверхні ґрунту	
	середня	максимальна	мінімальна	максимальна	мінімальна
2023					
Квітень	8,7	18,9	-0,3	41,9	-0,5
Травень	14,7	27,1	0,0	60,7	-2,1
Червень	19,0	31,1	4,8	62,9	3,5
Липень	20,6	31,9	10,9	62,6	10,0
Серпень	22,6	35,8	9,1	58,3	10,4
Вересень	18,0	29,3	3,3	58,6	6,6
2024					
Квітень	12,4	27,2	-0,1	25,7	0,1
Травень	15,7	28,3	1,2	54,8	1,1
Червень	20,8	31,2	11,1	65,8	9,2
Липень	23,5	36,1	10,6	64,9	12,0
Серпень	21,8	35,4	9,6	59,7	10,2
Вересень	19,5	32,1	6,1	50,8	4,4
2025					
Квітень	10,4	27,6	-4,5	54,7	-4,7
Травень	13,0	28,0	0,9	49,3	0,4
Червень	18,8	31,7	7,2	56,2	8,4
Липень	21,4	33,7	11,3	64,3	10,4
Серпень	19,0	32,8	6,8	56,2	7,0
Вересень	16,1	31,8	-0,2	50,5	0,5

особливо чутливі до знижених температур на ранніх етапах онтогенезу, такі перепади мали визначальне значення, оскільки впливали на темпи росту та подальший перебіг етапів органогенезу.

Температура поверхні ґрунту в цей період характеризувалася ще більш контрастними значеннями. Мінімальні показники становили від  $-4,7$  °C у 2025 році до  $1,1$  °C у 2024 році, тоді як максимальні досягали  $49,3$ – $60,7$  °C (табл. 2). Такі умови створювали додаткове термічне навантаження на проростки гречки.

За кількістю опадів травень 2023 і 2024 років був посушливим (7,9 і 15,6 мм відповідно), тоді як у 2025 році зафіксовано 86,6 мм опадів. Тривалість сонячного сяйва у 2023–2024 рр. становила понад 300 годин, тоді як у 2025 році цей показник зменшився до 196,9 години (табл. 3).

Таблиця 3

#### Характеристика опадів і кількості годин сонячного сяйва при вирощуванні рослин гречки (2023–2025 рр.)

Місяці	Опади, мм			Тривалість сонячного сяйва, годин
	день	ніч	доба	
2023				
Квітень	43,5	52,5	96,4	106,7
Травень	7,9	0,1	7,9	312,4
Червень	32,8	10,2	43,0	319,6
Липень	58,0	27,8	85,8	303,8
Серпень	22,0	0,0	22,0	350,1
Вересень	5,4	17,2	22,6	272,2
2024				
Квітень	36,5	41,5	78,0	232,5
Травень	11,1	4,5	15,6	332,2
Червень	31,0	50,4	81,4	319,6
Липень	1,2	40,9	42,1	345,4
Серпень	4,8	4,8	9,6	336,1
Вересень	2,3	10,9	13,2	247,4
2025				
Квітень	8,9	18,0	26,9	257,0
Травень	39,8	46,8	86,6	196,9
Червень	11,7	18,1	29,8	303,2
Липень	68,4	28,2	96,6	297,0
Серпень	3,6	17,9	21,5	343,8
Вересень	25,9	7,5	33,4	253,1

У червні мінімальні температури повітря знижувалися до  $4,8$  °C у 2023 році та  $11,1$  °C у 2024 році, при майже однакових максимальних значеннях ( $31,1$ – $31,7$  °C). Середня температура повітря коливалася в межах  $18,8$ – $20,8$  °C. Температура поверхні ґрунту досягала  $56,2$ – $65,8$  °C, що могло впливати на водний режим і фізіологічний стан рослин (табл. 2). За кількістю опадів червень 2025 року був посушливішим порівняно з 2023 і 2024 роками, а найменша тривалість сонячного сяйва спостерігалась у 2023 році (табл. 3).

Липень характеризувався високими температурами та значною амплітудою їх коливань. Мінімальні температури повітря становили  $7,2$ – $11,1$  °C,

максимальні –  $31,9$ – $36,1$  °C. Температура поверхні ґрунту досягала  $62,6$ – $64,9$  °C (табл. 2). Кількість опадів у цей період коливалася від  $42,1$  до  $96,6$  мм, а тривалість сонячного сяйва – від  $303,2$  до  $345,4$  години (табл. 3). У денні години відмічалось незначне короткочасне під'ядання рослин, зумовлене високими температурами та інтенсивною інсоляцією.

Серпень був порівняно посушливим, особливо у 2024 році, коли кількість опадів становила лише  $9,6$  мм. За таких умов тривалість сонячного сяйва досягала  $336,1$ – $350,1$  години (табл. 3). Середня температура повітря коливалася в межах  $19,0$ – $22,6$  °C, максимальна –  $32,8$ – $35,8$  °C.

У вересні спостерігалось поступове зниження температури повітря. Середня добова температура становила  $16,1$ – $19,5$  °C, мінімальна знижувалася до  $-0,2$  °C у 2025 році, тоді як максимальна досягала  $32,1$ – $35,8$  °C. Кількість опадів у 2023 і 2024 роках була мінімальною, тоді як у 2025 році становила  $25,9$  мм (табл. 3). Наведені агрометеорологічні показники свідчать про суттєвий вплив добових коливань температури, зволоження та інсоляції на ріст і розвиток рослин гречки та формування їх продуктивності.

З огляду на біологічні особливості культури, зокрема подовжений період цвітіння, збір урожаю у дослідях проводили в третій декаді вересня, коли інтенсивність утворення нових квіток істотно знижувалася.

У 2023 році досліджували вплив норм внесення ММСВ на продуктивність та висоту рослин сорту гречки Воля (табл. 4).

Таблиця 4

#### Продуктивність рослин гречки і їх висота залежно від норм внесення мулових мас стічних вод, 2023 р.

№ п/п	Варіанти	Висота рослин, см	Загальна суха маса повної стиглості, г	Маса зерна з ділянки, г	Урожайність, т/га
Сорт Воля					
1	контроль	110,8	550,9	240,8	1,2
2	15 т/га	125,6	565,3	269,2	1,3
3	30 т/га	138,7	610,0	380,6	1,9
4	60 т/га	142,0	665,7	342,2	1,7
5	середнє	129,2	598,0	308,2	1,5
HIP <sub>0,5</sub> 0,19					

Встановлено, що зі збільшенням норми внесення ММСВ від  $15$  до  $60$  т/га відбувалося суттєве зростання висоти рослин – від  $110,8$  см на контролі до  $142,0$  см за норми  $60$  т/га. Урожайність зерна зростала до  $1,9$  т/га при внесенні  $30$  т/га ММСВ, тоді як подальше підвищення норми до  $60$  т/га призводило до її зниження внаслідок вилягання рослин.

У 2024–2025 роках дослідження були продовжені із залученням додаткового сорту Володар (табл. 5, 6).

Слід, відмітити, що із внесенням  $60$  т/га ММСВ за всі роки досліджень суттєвих відмінностей за висотою рослин між сортами Воля і Володар не виявлено. В обох

Таблиця 5

Продуктивність рослин гречки і їх висота залежно від норм внесення мулових мас стічних вод, 2024 р. загальна

№ п/п	Варіанти	Висота рослин, см	Загальна суха маса повної стиглості, г	Маса зерна з ділянки, г	Урожайність, т/га
Воля					
1	контроль	105,4	560,9	229,2	1,1
2	15 т/га	120,6	586,3	252,8	1,3
3	30 т/га	128,9	605,0	378,6	1,9
4	60 т/га	136,0	654,1	328,8	1,7
5	середнє	122,7	601,6	302,3	1,5
Володар					
1	контроль	108,7	546,0	217,2	1,1
2	15 т/га	118,3	591,3	249,6	1,2
3	30 т/га	126,6	609,7	256,6	1,8
4	60 т/га	138,0	643,8	338,8	1,6
5	середнє	122,9	57,7	290,5	1,4
HIP <sub>0,5</sub> 0,24					

Таблиця 6

Продуктивність рослин гречки і їх висота залежно від норм внесення мулових мас стічних вод, 2025 р.

№ п/п	Варіанти	Висота рослин, см	Загальна суха маса повної стиглості, г	Маса зерна з ділянки, г	Урожайність, т/га
Сорт Воля					
1	контроль	98,6	570,2	213,6	1,1
2	15 т/га	102,4	586,4	248,8	1,2
3	30 т/га	113,7	608,3	377,6	1,8
4	60 т/га	121,3	623,5	340,6	1,7
5	середнє	109,0	597,1	295,1	1,5
Сорт					
6	контроль	101,4	565,4	204,2	1,0
7	15 т/га	108,8	578,3	236,8	1,2
8	30 т/га	115,6	604,8	356,8	1,8
9	60 т/га	119,7	618,2	330,0	1,6
10	середнє	111,4	591,7	281,9	1,4
HIP <sub>0,5</sub> 0,21					

сортів спостерігалася тенденція до зростання висоти та продуктивності із підвищенням норми внесення ММСВ до 30 т/га. Середня урожайність у 2024 році становила 1,5 т/га у сорту Воля та 1,4 т/га у сорту Володар, аналогічні показники отримано й у 2025 році.

Збільшення норми внесення ММСВ до 60 т/га у всі роки досліджень супроводжувалося зростанням загальної наземної сухої маси рослин у фазі повної стиглості (табл. 4–6), однак це не забезпечувало підвищення зернової продуктивності через інтенсивний вегетативний

ріст і вилягання. Отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників [6–9].

Таким чином, результати досліджень свідчать, що застосування мулових мас стічних вод у нормі 30 т/га є оптимальним та сприяє підвищенню продуктивності рослин гречки без негативного впливу на їхній морфологічний стан.

**Висновки.** Проведені дослідження підтвердили, що мулові маси стічних вод є ефективним джерелом органічно-мінерального живлення рослин гречки. За результатами агрохімічного аналізу ММСВ характеризуються значним умістом доступних форм азоту, фосфору і калію, а також органічної речовини, при цьому концентрації важких металів не перевищують гранично допустимих норм. Це дає підстави вважати їх екологічно безпечними за умови дотримання науково обґрунтованих норм внесення.

У 2023–2025 рр. встановлено істотний вплив ММСВ на показники росту, розвитку та формування продуктивності гречки. Поступове збільшення норми внесення до 30 т/га сприяло підвищенню висоти рослин, накопиченню сухої надземної маси та зростанню врожайності зерна. Максимальні показники продуктивності сортів Воля і Володар зафіксовано саме за цієї норми, де врожайність перевищувала контрольний варіант на 0,6–0,8 т/га.

Подальше підвищення норми ММСВ до 60 т/га зумовлювало надмірний розвиток вегетативної маси, посилення вилягання посівів і, як наслідок, зниження зернової врожайності. Отримані результати свідчать про недоцільність застосування надмірних норм мулових мас під гречку, незважаючи на збільшення загальної біомаси рослин.

Вплив сортових особливостей був менш вираженим порівняно з дією норм удобрення. Обидва досліджувані сорти – Воля та Володар – виявили подібну реакцію на внесення ММСВ, що підтверджує універсальність їх дії як органічно-мінерального добрива в умовах Лісостепу України.

Застосування мулових мас стічних вод у нормі 30 т/га є агроекологічно обґрунтованим прийомом, який забезпечує підвищення врожайності гречки, сприяє раціональному використанню вторинних ресурсів та зменшує залежність агропромисловості від традиційних органічно-мінеральних добрив.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Львів, 2021. 280 с.
- Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах: наук. вид. Київ: Аграрна наука, 2015. 207 с.
- Савенко І. М., Шевченко Л. П. Вплив мулових добрив на фізико-хімічні показники чорноземів. Агроекологічний журнал. 2020. № 3. С. 45–50
- Грищенко Р. Є. Фотосинтетична продуктивність посівів гречки в північному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2015. Вип. 1. С. 57–62.

5. Дикий О. М. Теоретичні основи мінерального живлення гречки, Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 70 (2). С. 95-107.
6. Пархуць Б. І. Вплив рівня мінерального удобрення на продуктивність гречки в умовах Західного Лісостепу України. Вісник ЛНАУ: Агрономія. 2018. № 22 (2). С. 137–140.
7. Ткаліч І. Д., Ткаліч Ю. В. Особливості вирощування гречки в післязрілих посівах. Зернові культури. 2019. Т. 3, № 1. С. 68–76. DOI: 10.31867/2523-4544/0062
8. Xiaomei F. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) Field Crops Research. 2018. Vol. 219, P. 160 – 168. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429017318476> (last accessed: 03.08.2021).
9. Wang Y. Influence of foliar feeding of boric fertilizers on nutrients of rhizosphere soil, plant growth and yield of wine buckwheat. Journal of Southern Agriculture. 2018. Vol. 49. P. 253–257.
10. Podolska G. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i cechy struktury plonu gryki odmiany Kora. Polish Journal of Agronomy. 2011. No 6. P. 38–43. URL: [https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6\\_6](https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6_6) (last accessed: 04.08.2021)
11. Оліфір Ю. М., Багай Т. І., Борисюк В. С., Іванюк В. Я. Вплив рівня мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність бобів кормових в умовах Західного Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 63. С. 117–127.
12. Пиляк Н. В., Крутякова В. І., Дишлюк В. Є. Еколого-мікробіологічна характеристика нових біодобрих на основі осадів стічних вод очисних споруд м. Одеса. Агрокологічний журнал. 2020. № 3. С. 86–95
13. Muter O., Dubova L., Kassien O., Cakane J., Alsina I. Application of the Sewage Sludge in Agriculture: Soil Fertility, Technoeconomic, and Life-Cycle Assessment. IntechOpen. 2022. DOI: 10.5772/intechopen.104264
14. Bedwal S., Kuldeep, Kumar S., Singh C. Impact of sewage sludge on crop growth, soil quality and nutrient dynamics in system-based approach. The Pharma Innovation Journal. 2022. SP-11(3). P. 1399–1406.
15. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С., Савченко С. Д., Савченко Є. Д. Ефективність вирощування круп'яних культур у короткоротаційних органічних сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 2024. № 11 (860). С. 5–10.
16. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ВЦ ТОВ «ТВОРИ». 2020. 204 с.
17. Дубовий В. І., Будак О. О., Холоденко І. В., Ляшинська О. В. Роль мулових мас стічних вод у розширенні асортименту органо-мінеральних добрив. Збалансоване природокористування. 2025 № 2. С. 113–119.
2. Zaryshniak, A. S., Tsvei, Ya. P., Ivanina, V. V. (2015). Optymizatsiia udobrennia ta rodiuchosti gruntu v sivozminakh: nauk. vyd. [Optimization of fertilization and soil fertility in crop rotations: scientific publication]. Kyiv : Ahrarna nauka, 207 p. [in Ukrainian].
3. Savenko, I. M., Shevchenko, L. P. (2020). Vplyv mulovykh dobryv na fizyko-khimichni pokaznyky chornozemiv [Influence of sewage sludge fertilizers on physicochemical properties of chernozem soils]. Ahroekolohichniy zhurnal, 3, 45–50. [in Ukrainian].
4. Hryshchenko, R. Ye. (2015). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv hrechky v pivnichnomu Lisostepu [Photosynthetic productivity of buckwheat crops in the northern Forest-Steppe]. Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN", 1, 57–62. [in Ukrainian].
5. Dykyi, O. M. (2021). Teoretychni osnovy mineralnogo zhyvlennia hrechky [Theoretical foundations of mineral nutrition of buckwheat]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo, 70(2), 95–107. [in Ukrainian].
6. Parkhuts, B. I. (2018). Vplyv rivnia mineralnogo udobrennia na produktyvnist hrechky v umovakh Zakhidnogo Lisostepu Ukrainy [Influence of mineral fertilization level on buckwheat productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk LNAU: Ahronomiia, 22(2), 137–140. [in Ukrainian].
7. Tkalic, I. D., Tkalic, Yu. V. (2019). Osoblyvosti vyroshchuvannia hrechky v pisliakisnykh posivakh [Features of buckwheat cultivation in post-harvest sowings]. Zernovi kultury, 3(1), 68–76. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0062> [in Ukrainian].
8. Xiaomei, F. (2018). Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). Field Crops Research, 219, 160. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429017318476>
9. Wang, Y. (2018). Influence of foliar feeding of boric fertilizers on nutrients of rhizosphere soil, plant growth and yield of wine buckwheat. Journal of Southern Agriculture, 49, 253–257. [in English].
10. Podolska, G. (2011). Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i cechy struktury plonu gryki odmiany Kora [The effect of nitrogen fertilization on the yield and structural characteristics of buckwheat of the Kora variety]. Polish Journal of Agronomy, 6, 38–43. URL: [https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6\\_6](https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6_6) [in Polish].
11. Olifir Yu. M., Bahai T. I., Borysiuk V. S., Ivaniuk V. Ia. (2018). Vplyv rivnia mineralnogo udobrennia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia na urozhainist bobiv kormovykh v umovakh Zakhidnogo Lisostepu Ukrainy [The effect of mineral fertilization and foliar feeding on the yield of fodder beans in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo, 63, 117–127. [in Ukrainian].
12. Pyliak, N. V., Krutiakova, V. I., Dyshliuk, V. Ye. (2020). Ekoloho-mikrobiolohichna kharakterystyka novykh biodobryv na osnovi osadiv stichnykh vod ochysnykh sporud m. Odesa [Ecological and microbiological characteristics of new biofertilizers based on sewage sludge from wastewater treatment plants of Odesa]. Ahroekolohichniy zhurnal, 3, 86–95. [in Ukrainian].
13. Muter, O., Dubova, L., Kassien, O., Cakane, J., Alsina, I. (2022). Application of the sewage sludge in agriculture:

#### REFERENCES:

1. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F. (2021). Fiziolohichna rol elementiv zhyvlennia ta systemy udobrennia polovykh kultur [Physiological role of nutrients and fertilization systems of field crops]. Lviv, 280 p. [in Ukrainian].

- soil fertility, technoeconomic, and life-cycle assessment. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104264>
14. Bedwal, S., Kuldeep, Kumar, S., Singh, C. (2022). Impact of sewage sludge on crop growth, soil quality and nutrient dynamics in system-based approach. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(3), 1399–1406.
  15. Martyniuk, I. V., Tsymbal, Ya. S., Savchenko, S. D., Savchenko, Ye. D. (2024). Efektyvnist vyroshchuvannya krupianykh kultur u korotkorotatsiinykh orhanichnykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Efficiency of cereal crop cultivation in short-rotation organic crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahramoi nauky*, 11(860), 5–10. [in Ukrainian].
  16. Mazur, V. A., Lypovyi, V. H., Mordvaniuk, M. O. (2020). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Methodology of scientific research in agronomy]. Vinnytsia : VTs TOV "TVORY", 204 p. [in Ukrainian].
  17. Dubovyi, V. I., Budak, O. O., Kholodenko, I. V., Liashynska, O. V. (2025). Rol mulovykh mas stichnykh vod u rozshyrenni asortymentu orhano-mineralnykh dobyrv [The role of sewage sludge in expanding the range of organo-mineral fertilizers]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 2, 113–119. [in Ukrainian].

**Дубовий В. І., Холоденко І. В. Мулові маси стічних вод як альтернатива органічно-мінеральним добривам при вирощуванні гречки**

Дослідження спрямоване на обґрунтування доцільності та ефективності застосування мулових мас стічних вод як альтернативного органічно-мінерального добрива в умовах дефіциту традиційних органічних добрив при вирощуванні гречки.

Дослідження виконували впродовж 2023–2025 рр. у польових умовах шляхом вивчення впливу різних норм внесення мулових мас стічних вод на ріст, розвиток і продуктивність рослин гречки. Дослід закладали за схемою двохфакторного польового експерименту з триразовою повторністю. Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження, облік забур'яненості та контроль зволоження ґрунту. Після досягнення визначали біометричні показники рослин, здійснювали подільничний збір урожаю та статистичну обробку результатів із використанням дисперсійного аналізу.

Встановлено, що мулові маси стічних вод характеризуються високим агрохімічним потенціалом і суттєво перевищують ґрунт за вмістом доступних форм азоту, рухомого фосфору та обмінного калію, при цьому концентрація важких металів не перевищувала гранично допустимих рівнів. Метеорологічні умови 2023–2025 рр. відзначалися значною мінливістю температурного режиму та зволоження, що забезпечило об'єктивну оцінку впливу досліджуваного добрива на рослини гречки. Застосування мулових мас сприяло інтенсифікації ростових процесів, збільшенню висоти рослин і накопиченню сухої надземної маси у сортів Воля та Володар. Максимальну та стабільну врожайність зерна на рівні 1,8–1,9 т/га отримано за внесення 30 т/га мулових мас стічних вод. Підвищення норми до 60 т/га призводило до надмірного розвитку вегетативної маси, вилягання посівів і зниження зернової продуктивності, незважаючи на збільшення загальної біомаси.

Мулові маси стічних вод є ефективним джерелом органічно-мінерального живлення рослин гречки. Внесення їх у нормі 30 т/га забезпечує оптимальні умови росту і розвитку культури, сприяє підвищенню висоти рослин, накопиченню сухої маси та збільшенню врожайності зерна на 0,6–0,8 т/га порівняно з контролем. Застосування підвищених норм (60 т/га) є недоцільним через ризик надмірного вегетативного росту та зниження продуктивності. Оптимальною й агроекологічно обґрунтованою нормою внесення мулових мас стічних вод при вирощуванні гречки є 30 т/га.

**Ключові слова:** ґрунт, сорти гречки, мулові маси стічних вод, продуктивність, висота рослин, гідротермічні показники.

**Dubovyi V. I., Kholodenko I. V. Sewage sludge as an alternative to organo-mineral fertilizers in buckwheat cultivation**

The study aims to justify the feasibility and effectiveness of using sewage sludge as an alternative organo-mineral fertilizer under conditions of a shortage of traditional organic fertilizers in buckwheat cultivation.

The study was conducted during 2023–2025 under field conditions by investigating the effects of different application rates of sewage sludge on the growth, development, and productivity of buckwheat plants. The experiment was arranged as a two-factor field trial with three replications. During the growing season, phenological observations, weed infestation assessments, and soil moisture control were carried out. After crop maturity, biometric parameters of plants were measured, plot-based yield harvesting was performed, and the results were statistically analyzed using analysis of variance.

Sewage sludge was found to have a high agrochemical potential and significantly exceeded soil in the content of available nitrogen, mobile phosphorus, and exchangeable potassium, while the concentrations of heavy metals did not exceed the maximum permissible levels. Meteorological conditions in 2023–2025 were characterized by considerable variability in temperature and moisture, which ensured an objective assessment of the fertilizer effect on buckwheat plants. Application of sewage sludge intensified growth processes, increased plant height, and enhanced the accumulation of aboveground dry matter in the cultivars Volia and Volodar. The highest and most stable grain yield (1.8–1.9 t/ha) was obtained at an application rate of 30 t/ha of sewage sludge. Increasing the rate to 60 t/ha resulted in excessive vegetative growth, lodging of crops, and a decrease in grain productivity despite an increase in total biomass.

Sewage sludge is an effective source of organo-mineral nutrition for buckwheat plants. Its application at a rate of 30 t/ha provides optimal conditions for crop growth and development, promotes increased plant height and dry matter accumulation, and increases grain yield by 0.6–0.8 t/ha compared with the control. The use of higher rates (60 t/ha) is impractical due to the risk of excessive vegetative growth and reduced productivity. Therefore, 30 t/ha is the optimal and agroecologically justified application rate of sewage sludge for buckwheat cultivation.

**Key words:** soil, buckwheat cultivars, sewage sludge, productivity, plant height, hydrothermal indicators.

*Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025*

*Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025*

*Дата публікації: 31.12.2025*