

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛОВИХ МАС СТИЧНИХ ВОД ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГРЕЧКИ ТА ЇХ ПІСЛЯДІЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК ПШЕНИЦІ – ДВОРУЧКИ МИРОНІВЧАНКИ

Дубовий В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-8637-0023

Білоцерківський національний аграрний університет

Кліщенко С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0009-0006-5956-8137

Білоцерківський національний аграрний університет

Холоденко І.В. – аспірант
orcid.org/0009-0001-4978-9079

Білоцерківський національний аграрний університет

Будак О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, асистент
orcid.org/0000-0001-9166-1557

Білоцерківський національний аграрний університет

Зеленець С.В. – асистент

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 (ММСВ) – побічний продукт їх очищення, який містить значні обсяги органічної речовини, макро- та мікроелементів, а також фізіологічно активних сполук, потенційно корисних для рослинного організму.

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.

Відомо, що внесення гною великої рогатої худоби, як основного добрива, його ефективність проявляється не тільки в перший рік внесення, але і в наступні роки.

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

агровиробництві, а також дослідити післядію ММСВ при наступному вирощуванні пшениці – дворучки Миронівчанки на відповідній дослідній ділянці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 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 N_{90} 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].

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. ММСВ переважно 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. Відомо, що дія органічних добрив має властивість впливати позитивно на родючість ґрунту в наступні після внесення роки. В зв'язку із цим актуальним є питання вивчення пролонгованої дії ММСВ на продуктивність рослин при подальшому їх вирощуванні на цих ділянках. Саме підходи до вирішення цієї проблеми стали метою наших досліджень.

Мета статті. Науково обґрунтувати доцільність і ефективність застосування мулових мас стічних вод як альтернативного органо-мінерального добрива в умовах дефіциту традиційних органічних добрив при вирощуванні гречки і їх післядії при вирощуванні пшениці – дворучки Миронівчанки на визначеній дослідній ділянці, згідно внесених норм ММСВ по кожному варіанті.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі кафедри загальної екології та екоترفології Білоцерківського національного аграрного університету в 2024–2025 рр. у дрібноділяночному польовому досліді. Вивчали чотири варіанти удобрення з розрахунку на 1 га:

- варіант 1 – контроль (без добрив);
- варіант 2 – внесення ММСВ у нормі 15 т/га;
- варіант 3 – 30 т/га;
- варіант 4 – 60 т/га.

Посів гречки проводили вручну у третій декаді квітня 2024 року на глибину 3–4 см із розрахунку 60–80 насінин на погонний метр. Площа облікової ділянки – 2 м², ширина міжрядь – 25 см. Відстань між варіантами становила 1 м. Дослід закладали у триразовій повторності. Внесення ММСВ здійснювали під час сівби у сухому стані в кількості 3, 6 та 12 кг на ділянку відповідно до схем.

У дослідях вивчали два сорти гречки: Воля створений у товаристві з обмеженою відповідальністю науково-виробничому малому підприємстві «Антарія» (м. Київ) (внесений до Реєстру сортів рослин України у 2015 р., середньостиглий, посухостійкий, стійкий до хвороб) та Володар створений у Подільському державному аграрно-технічному університеті (внесений до

Реєстру сортів рослин України у 2020 р., високоврожайний, адаптивний до ґрунтово-кліматичних умов).

Після збору гречки у вересні 2024 року провели фрезерування ґрунту на глибину 10–12 см із збереженням меж варіантів. Посів пшениці-дворучки сорту Миронівчанка провели 10 жовтня 2024 року вручну (довжина рядка 2 м, 75–80 насінин на погонний метр, глибина 3–4 см) з наступним прикочуванням.

Агрометеорологічні показники отримували з Білоцерківської метеостанції (7 км від поля). Статистичну обробку здійснювали методом дисперсійного аналізу [16].

Результати досліджень. Перед закладанням вегетаційного досліду було проведено комплексний агрохімічний аналіз ґрунту та ММСВ у сертифікованій лабораторії кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету. Характеристика погодних умов зовнішнього середовища при вирощуванні гречки за різних норм внесення мулових мас стічних вод і її продуктивність в 2024 році представлена нами раніше [17].

Після збору врожаю гречки у вересні 2024 року провели фрезерування ґрунту на глибину 10–12 см, зберігши границі варіантів дослідної ділянки, де вирощували рослини гречки. Посів пшениці – дворучки провели 10 жовтня в ручну. Довжина рядка 2 м. Висівали 75–80 насінин на погонний метр на глибину 3–4 см. Після посіву провели прикочування.

Метеоумови осінньо-зимового та весняно-літнього періодів вирощування пшениці-дворучки наведені в таблицях 1, 2 та 3. Умови для перезимівлі культури були сприятливими, мінімальна температура на вузлі кушіння становила –9,5°C (у лютому).

Опади у вересні становили 33,4 мм, що значно менше багаторічного показника (таблиця 1). Середня температура жовтня становила 8,3°C при максимальній 14,9°C і мінімальній мінус 0,1°C (таблиця 2). Тривалість сонячного саява місяця становила 58,7 годин. В листопаді середня добова температура повітря становила 2,3°C при максимальній її 13,5°C і мінімальній мінус 8,6°C. Температура поверхні ґрунту становила від 13,0°C до мінус 9,0°C. Мінімальна температура на вузлі кушіння була мінус 0,9°C. Кількість опадів за місяць становила 36,1 мм. Тривалість сонячного саява становила 80,7 годин. В зимовий період середня добова температура була в межах від 1,9°C в січні до мінус 2,0°C в лютому. Інтервал максимальних температур повітря знаходився в межах від 6,1°C в лютому до 9,9°C в січні, а мінімальних від мінус 6,9°C в січні до мінус 7,9°C в лютому. Мінімальна температура на вузлі кушіння становила мінус 9,5°C в лютому. Кількість опадів за осінньо-зимовий період становила 190,9 мм, тоді як за багаторічними даними цей показник становив 234,0 мм. Порівняно детальний аналіз погодних умов зимового періоду свідчить про сприятливі умови для перезимівлі пшениці – дворучки Миронівчанки.

Весняно-літні погодні умови 2025 року в цілому були сприятливими для росту і розвитку рослин пшениці. Так в березні середня температура повітря становила 6,6°C, тоді як інтервал між максимальною і мінімальною

Таблиця 1

Характеристика опадів і кількості годин сонячного сяйва при вирощуванні рослин пшениці в осінньо-зимовий період 2024–25 р.

Місяці	Опади, мм			$\bar{X}^*$	Тривалість сонячного сяйва, годин
	день	ніч	доба		
Вересень	7,5	25,9	33,4	54,0	253,1
Жовтень	35,0	45,4	80,4	38,0	58,7
Листопад	13,9	22,2	36,1	40,0	80,7
Грудень	4,9	15,1	20,0	40,0	0,0
Січень	10,2	8,3	18,5	31,0	24,2
Лютий	0,1	2,4	2,5	31,0	9,0
Сума опадів в осінньо-зимовий період			190,9	234,0	

* Середні багаторічні дані за добу.

Таблиця 2

Характеристика опадів і кількості годин сонячного сяйва при вирощуванні рослин пшениці – дворучки в весняно-літній період 2025 р.

Місяці	Опади, мм			$\bar{X}^*$	Тривалість сонячного сяйва, годин
	день	ніч	доба		
Березень	19,5	6,8	26,3	33,0	163,1
Квітень	8,9	18,0	26,9	41,0	257,0
Травень	39,8	46,8	86,6	53,0	196,9
Червень	11,7	18,1	29,8	66,0	303,2
Липень	68,4	28,2	96,6	73,0	297,0
Серпень	3,6	17,9	21,5	50,0	343,8
Сума опадів за період вегетації			287,7	316,0	

* Середні багаторічні дані за добу.

Таблиця 3

Характеристика температурних умов зовнішнього середовища осінньо-зимового періодів при вирощуванні рослин пшениці – дворучки Миронівчанки, 2025 р, °C

Місяць	Температура повітря, °C				Температура поверхні ґрунту, °C		мінім. вузол кущіння, °C
	середня багаторічна	середня	максимальна	мінімальна	максимальна	мінімальна	
Вересень	14,4	16,1	31,8	-0,2	50,5	0,5	
Жовтень	8,3	8,3	14,9	-0,1	21,2	0,4	
Листопад	2,6	2,3	13,5	-8,6	13,0	-9,0	-0,9
Грудень	-2,0	-0,1	7,2	-10,4	6,5	-10,7	-1,8
Січень	-3,5	1,9	9,9	-6,9	9,6	-5,7	-2,9
Лютий	-2,6	-2,0	6,1	-7,9	6,1	-4,5	-5,0

Таблиця 4

Характеристика температурних умов зовнішнього середовища весняно-літнього періодів при вирощуванні рослин пшениці – дворучки Миронівчанки, 2025 р, °C

Місяць	Температура повітря, °C				Температура поверхні ґрунту, °C	
	середня багаторічна	середня	максимальна	мінімальна	максимальна	мінімальна
Березень	2,1	6,6	20,5	-4,3	34,7	-5,1
Квітень	9,6	10,4	27,6	-4,5	54,7	-4,7
Травень	15,4	13,0	28,0	0,9	49,3	0,4
Червень	18,8	18,8	31,7	7,2	56,2	8,4
Липень	20,5	21,4	33,7	11,3	64,3	10,4
Серпень	19,7	19,0	32,8	6,8	56,2	7,0
Вересень	14,4	16,1	31,8	-0,2	50,5	0,5

Таблиця 5

Структурний аналіз урожаю рослин пшениці – дворучки Миронівчанки вирощеної за післядії мулових мас стічних вод при вирощуванні гречки, 2025

№ п/п	Варіанти	Прод. Кушт., шт..	Висота рослин, см	К-сть зерен в колосі, шт.	Маса зерен колоса, г	Маса 1000 зерен, г
1	контроль	1,8	100,5	28,6	1,08	37,7
2	15 т/га	1,9	102,4	29,4	1,10	37,4
3	30 т/га	1,9	106,8	30,2	1,15	38,3
4	60 т/га	2,0	110,1	34,6	1,21	35,0
НІР ₀₅			6,1	2,8	0,09	3,5

температурою повітря становив від 20,5°C до мінус 4,3°C, а на поверхні ґрунту відповідно 34,7 і мінус 5,1°C (таблиця 3).

В квітні середня добова температура повітря становила 10,4°C, тоді як максимальна була 27,6°C, а мінімальна мінус 4,5°C. Максимальна температура поверхні ґрунту була 54,7°C і мінімальна мінус 4,7°C.

Березень і квітень характеризувалися за середнім рівнем забезпечення вологою. Відповідно 26,3 мм і 26,9 мм. Кількість годин сонячного сяйва було 163,1 в березні і 257,0 годин в квітні (таблиця 4).

Середня добова температура повітря травня становила 13,0, тоді як інтервал максимальної і мінімальної становив від 28,0°C до 0,9°C, тоді як поверхня ґрунту прогрівалася до 49,3°C. Кількість опадів становило 86,6 мм, при тривалості сонячного сяйва 196,9 годин.

Літні місяці характеризувалися середньою добою температурою повітря від 18,8°C в червні до 21,4 в липні, при максимальній відповідно 31,7°C і 33,7°C, а мінімальних 7,2°C і 11,8°C (табл. 4). Температура поверхні ґрунту від 56,2°C в червні до 64,3°C в липні.

За кількістю опадів ці місяці різнилися, від 29,8 мм в червні до 96,6 мм в липні. Слід відмітити що грозові опади липня спонукали рослин до вилягання особливо у варіанті де внесено було під гречку ММСВ в кількості 60 т/га. За кількістю годин сонячного сяйва суттєвої різниці не було і становила від 297,0 годин в липні до 303,2 годин в червні. Сума опадів за весняно-літній періоди становили 287,7 мм, тоді як сума опадів за цей період згідно багаторічних даних становив 316,0 мм.

Детальний аналіз погодних умов сприяв охарактеризувати особливості росту і розвитку рослин та їх вплив на продуктивність. Структурний аналіз урожаю рослин пшениці-дворучки наведено в таблиці 5.

Як видно із даних таблиці 9, що рослини по висоті суттєво відрізняються залежно від різних норм внесення ММСВ. Так за внесення 30 і 60 т/га їх висота достовірно вища від контролю відповідно 6,3 і 9,6 см.

По продуктивності колоса, як по кількості зерен і по їх масі, достовірно вища за внесення 60 т/га ММСВ. Що до виповненості зерна, їх маси 1000 зерен, то слід відмітити зменшення виповненості зерна у варіанті за внесення 60 т/га ММСВ. Вважаємо що вилягання рослин в фазі формування зерна вплинуло на його.

Таким чином відмічаємо велику агрономічну значимість ММСВ, дія яких на родючість ґрунту проявляється не тільки внесенням їх в перший рік при вирощуванні

гречки, а і їх післядія при наступному висіві пшениці-дворучки Миронівчанки.

Висновки. Встановлено істотний вплив ММСВ після вирощування гречки в їх післядії на показники росту, розвитку та формування продуктивності рослин пшениці – дворучки.

Показана достовірна прибавка продуктивності рослин пшениці – дворучки після вирощування їх у варіантах де вносили 30 і 60 т/га ММСВ під гречку.

Відмічається, що вирощування пшениці – дворучки у варіанті де вносили 60 т/га ММСВ рослини вилягали, що спричинило зменшення маси 1000 зерен.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Львів, 2021. 280 с.
2. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівоzmінах: наук. вид. Київ : Аграрна наука, 2015. 207 с.
3. Савенко І. М., Шевченко Л. П. Вплив мулових добрив на фізико-хімічні показники чорноземів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. С. 45–50.
4. 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 післяукісних 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 (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 біодобрив на основі осадів стічних вод очисних споруд м. Одеса. *Агроекологічний 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., Холоденко І.В, Мулові маси стічних вод як альтернатива органо-мінеральним добривам при вирощуванні гречки. *Аграрні інновації*. 2025 № 34. С. 60–66.
 7. Tkalic, I.D., Tkalic, Yu.V. (2019). Osoblyvosti vyroshchuvannya hrechky v pisliaukisnykh 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> [in English].
 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). Wplyw nawozenia 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 [in Polish].
 11. Olifir Yu.M., Bahai T.I., Borysiuk V.S., Ivaniuk V.Ia. (2018). Vplyv rivnia mineralnogo udobrennia ta pozakorenovego 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 tvarynnystvo*, 63, 117–127. [in Ukrainian].
 12. Pyliak, N.V., Krutiakova, V.I., Dyshliuk, V.Ye. (2020). Ekologo-mikrobiologichna 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]. *Ahroekologichnyi 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: soil fertility, technoeconomic, and life-cycle assessment. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104264> [in English].
 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. [in English].
 15. Martyniuk, I.V., Tsymbal, Ya.S., Savchenko, S.D., Savchenko, Ye.D. (2024). Efektyvnist vyroshchuvannya krupianykh kultur u kortkorotatsiynykh orhanichnykh sivozminakh Livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Efficiency of cereal crop cultivation in short-rotation organic crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk aharnoi nauky*, 11(860), 5–10. [in Ukrainian].
 16. Mazur, V.A., Lypovy, V.H., Mordvaniuk, M.O. (2020). Metodyka naukovykh doslidzen v ahronomii [Methodology of scientific research in agronomy]. *Vinnitsia: VTs TOV "TVORY"*, 204 p. [in Ukrainian].
 17. Dubovy, V. I., & Kholodenko, I. V. (2025). Mulovi masy stichnykh vod yak alternatyva orhano-mineralnym dobrovym pry vyroshchuvanni hrechky [Sewage sludge as an alternative to organo-mineral fertilizers in buckwheat cultivation]. *Aharni innovatsii (Agrarian Innovations)*, 34, 60–66. [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F. (2021). Fiziologichna rol elementiv zhyvlennia ta systemy udobrennia polovykh kultur [Physiological role of nutrients and fertilization systems of field crops]. *Lviv*, 280 p. [in Ukrainian].
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: Aharna nauka*, 207 p. [in Ukrainian].
3. Savenko, I.M., Shevchenko, L.P. (2020). Vplyv mulovykh dobrov na fizyko-khimichni pokaznyky chornozemiv [Influence of sewage sludge fertilizers on physicochemical properties of chernozem soils]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, 3, 45–50. [in Ukrainian].
4. Hryshchenko, R. Ye. (2015). Fotosyntetychna produktyvnist posviv 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 tvarynnystvo*, 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].

Дубовий В.І., Кліщенко С.В., Холоденко І.В., Будак О.О., Зеленець С.В. Агроекологічні особливості використання мулових мас стічних вод при вирощуванні гречки та їх післядія на ріст і розвиток пшениці – дворучки Миронівчанки

Мета. Обґрунтувати агроекологічну доцільність та ефективність застосування різних норм мулових мас стічних вод (ММСВ) як нетрадиційного органіно-мінерального добрива при вирощуванні сортів гречки, а також оцінити їх пролонговану післядію на біометричні показники та структуру врожаю наступної культури в сівозміні – пшениці – дворучки сорту Миронівчанка.

Методи. Дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. у дрібноділяночному польовому експерименті (триразова повторність). Схема досліду включала чотири варіанти норм внесення сухого залишку ММСВ (контроль, 15, 30 та 60 т/га) під два сорти гречки (Воля, Володар). Після збирання гречки здійснювали поверхневий обробіток ґрунту (фрезерування на 10–12 см) та висівали пшеницю-дворучку. Застосовували лабораторно-агрохімічні, фенологічні, біометричні та математично-статистичні (дисперсійний аналіз) методи.

Результати. Хімічний аналіз підтвердив високий агрохімічний потенціал ММСВ: вміст мінерального азоту перевищував показники ґрунту у 4 рази, рухомого фосфору – в 10 разів, обмінного калію – у 5 разів при екологічно безпечних концентраціях важких металів. Внесення ММСВ активізувало ростові процеси обох сортів гречки. Максимальну врожайність зерна (1,8–1,9 т/га) отримано за норми 30 т/га. Збільшення дози до 60 т/га стимулювало надмірний розвиток вегетативної маси, спричиняло вилягання посівів і знижувало збір зерна. У 2025 р. зафіксовано суттєву післядію ММСВ на пшеницю-дворучку: варіанти 30 та 60 т/га забезпечили достовірне збільшення висоти рослин на 6,3–9,6 см та кількості зерен у колосі, проте варіант 60 т/га призвів до вилягання пшениці у фазі наливу та зниження маси 1000 зерен до 35,0 г.

Висновки. Мулові маси стічних вод є ефективним довгодіючим органіно-мінеральним добривом. Оптимальною та агроекологічно обґрунтованою нормою їх внесення є 30 т/га, яка забезпечує стабільну врожайність гречки та позитивно впливає на формування елементів продуктивності пшениці-дворучки у післядії.

Ключові слова: *Fagopyrum esculentum*, *Triticum*, органіно-мінеральні добрива, післядія добрив, структура врожаю, вилягання посівів, Лісостеп.

Dubovyi V.I., Klishchenko S.V., Kholodenko I.V., Budak O.O., Zelenets S.V. Agroecological features of sewage sludge application in buckwheat cultivation and its residual effect on the growth and development of the facultative wheat variety 'Myronivchanka'

Objective. To substantiate the agroecological expediency and efficiency of applying various rates of sewage sludge (SS) as an unconventional organic-mineral fertilizer for buckwheat cultivation, and to evaluate its prolonged residual effect on the biometric parameters and yield structure of the subsequent crop in rotation – the facultative wheat variety 'Myronivchanka'.

Methods. The research was conducted during 2024–2025 in a small-plot field experiment (threefold replication). The experimental design included four variants of dry matter SS application rates (control, 15, 30, and 60 t/ha) applied to two buckwheat varieties ('Volia' and 'Volodar'). After harvesting the buckwheat, surface tillage (rotary tilling to 10–12 cm) was performed, and facultative wheat was sown. Laboratory-agrochemical, phenological, biometric, and mathematical-statistical (analysis of variance, ANOVA) methods were applied.

Results. Chemical analysis confirmed the high agrochemical potential of SS: the content of mineral nitrogen exceeded soil indicators by 4 times, available phosphorus by 10 times, and exchangeable potassium by 5 times, while maintaining ecologically safe concentrations of heavy metals. The application of SS enhanced the growth processes of both buckwheat varieties. The maximum grain yield (1.8–1.9 t/ha) was obtained at an application rate of 30 t/ha. Increasing the dose to 60 t/ha stimulated excessive vegetative growth, causing crop lodging and a subsequent reduction in grain yield. In 2025, a significant residual effect of SS on facultative wheat was observed: the 30 and 60 t/ha variants provided a significant increase in plant height by 6.3–9.6 cm and the number of grains per spike. However, the 60 t/ha variant led to wheat lodging during the grain-filling stage and a decrease in the 1000 grain weight to 35.0 g.

Conclusions. Sewage sludge is an effective, long-acting organic-mineral fertilizer. The optimal and agroecologically justified application rate is 30 t/ha, which ensures stable buckwheat yields and positively influences the formation of productivity components in facultative wheat as a residual effect.

Key words: *Fagopyrum esculentum*, *Triticum*, organic-mineral fertilizers, residual effect of fertilizers, yield structure, crop lodging, Forest-Steppe.

Дата першого надходження статті до видання: 14.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.09.2026