


АГРОНОМІЯ

УДК 631.816

Урожайність та енергетична ефективність в агроценозі пшениці озимої за різних систем удобрення в умовах північної частини Лісостепу

Дегодюк С.Е. , Мулярчук А.О. 

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

 Мулярчук А.О. mulyar1495@gmail.com

Дегодюк С.Е., Мулярчук А.О. Урожайність та енергетична ефективність в агроценозі пшениці озимої за різних систем удобрення в умовах північної частини Лісостепу. «Агробіологія», 2023. № 2. С. 21–27.

Degodyuk S., Muliarchuk A. Yield and energy efficiency in winter wheat agroecosis under different fertilization systems in the conditions of the northern part of the Forest-Steppe. «Agrobiologia», 2023. no. 2, pp. 21–27.

Рукопис отримано: 28.09.2023 р.

Прийнято: 13.10.2023 р.

Затверджено до друку: 23.11.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-21-27

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. За сучасних умов питання сталого розвитку сільськогосподарського виробництва України є актуальним у зв'язку з подорожчанням енергоносіїв, зростанням вартості умовної одиниці продукції через високу ціну мінеральних добрив, що безпосередньо впливає на продуктивність сільськогосподарських культур і є індивідуальним показником їх розвитку, в якому акумулюється їх генетичний потенціал і елементи технології вирощування. Стабіль-

Проведено оцінку впливу різних видів добрив на показники урожайності та енергетичної ефективності вирощування пшениці озимої. Встановлено, що найвищу продуктивність отримано за органо-мінеральної системи удобрення, яка передбачає сумісне застосування 12 т/га підстилкового гною ВРХ і мінеральних добрив у дозі $N_{100}P_{60}K_{100}$, внесених по фоні дворазового підживлення комплексними хелатними добривами у дозі 2 л/га, де урожайність становила 5,67 т/га, а за внесення подвійної мінеральної ($N_{100}P_{60}K_{100}$) і потрібної дози ($N_{150}P_{90}K_{150}$) – 5,76 і 6,00 т/га відповідно. Сумісне застосування підстилкового гною і мінеральних добрив обумовило явище синергізму, адже прирости зерна пшениці озимої за роздільного внесення мінеральних і органічних добрив на 15–20 % нижчі порівняно із сумісним їх внесенням. Підвищення доз NPK у 1,5 рази до $N_{150}P_{90}K_{150}$ порівняно з $N_{100}P_{60}K_{100}$ не компенсувало відсутність гною. За органічної системи удобрення урожайність зерна була найвищою за внесення ОМБД у дозі 2 т/га по фоні соломи гороху 3 т/га, яка становила 5,18 т/га з приростом 41 %, до контролю (солома). Найвищі рівні енергетичної ефективності визначено за внесення органо-мінерального добрива марки органік у дозах 1 і 2 т/га (5,4 і 5,3) та ОМБД марки 4-4-4 у дозі 1 т/га (5,2). За органо-мінеральної системи удобрення внесення $N_{50}P_{30}K_{50}$ і $N_{100}P_{60}K_{100}$ на фоні 12 т/га гною отримано показник енергетичної ефективності на рівні 3,4 і 3,7 од. відповідно. Внесення гною ВРХ у дозі 12 т/га не забезпечило значної різниці в енергії урожаю, порівняно з варіантом 6 т/га – 75755 і 73305 МДж/га відповідно, однак через збільшені енерговитрати у виробництві й внесення більшої кількості гною Кее становив 3,9 і 4,6, відповідно. Визначено тенденції до спаду Кее залежно від збільшення внесення доз мінеральних добрив, що не компенсується приростом виходу енергії від збільшення продуктивності пшениці озимої.

Ключові слова: гній ВРХ, добрива, енергетична ефективність, ОМБД, урожайність, мінеральні добрива, побічна продукція, система удобрення.

на урожайність зернових культур впливає на економічний стан сільськогосподарського виробництва загалом, що визначається науково обґрунтованою системою мінерального живлення рослин [1–4, 18, 20].

Виробництво мінеральних добрив потребує значних витрат енергії. Попит на енергію з роками зростає через такі чинники як збільшення чисельності населення, урбанізація та підвищення рівня життя. Збільшення виробництва її об'ємів призвело до підвищення

глобального забруднення, скорочення природних ресурсів та продуктивних площ, що спонукає до пошуку інших підходів у господарюванні з умовою біологізації сільськогосподарського виробництва. Згідно з проведеними дослідженнями, на сірому лісовому ґрунті найвищої продуктивності досягали за органо-мінеральною системою удобрення із сумісним застосуванням гною ВРХ і мінеральних добрив [5–11].

Ефективне застосування добрив здатне забезпечити високу біологічну продуктивність, істотно зменшити енергетичні витрати. Енергетична оцінка дає можливість вибрати найбільш енергоощадну систему управління родючістю ґрунту [12–15].

Досвід запровадження ресурсо- і енергоощадних технологій показує, що їх ефективність залежить від своєчасного і чіткого дотримання всіх елементів технологічного процесу, а позитивна дія проявляється лише за умови дотримання раціонального витрачання всіх видів енергії [16–17].

Енергетичне оцінювання технологій вирощування сільськогосподарських культур здійснюють за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}), тобто відношенням кількості відновлюваної енергії, накопиченої у вирощеній продукції, до сукупних витрат антропогенної енергії на формування врожаю. Якщо його величина перевищує 1, то така технологія наближається до енергозберігаючої [18–20].

Мета дослідження – вивчення закономірностей впливу ефективності засобів хімізації за різних систем удобрення на урожайність та енергетичну ефективність пшениці озимої, що передбачає ресурсозберігаючі та екологоощадні технології, різні види органо-мінеральних біоактивних добрив, що мають удобрювальні, меліоруючі, йонообмінні й сорбційні властивості.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження проводили у тривалому досліді відділу агрохімії ННЦ «ІЗ НААН» «Польовий дослід з вивчення впливу хімічних і біологічних засобів інтенсифікації у п'ятипольній польовій короткоротаційній сівозміні», культури: кукурудза на зерно, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима. Схема досліду включає 2 блоки: традиційний та органічний з 11 варіантів. Повторення досліду 4-разове, площа посівної ділянки – 52 м², облікової – 22 м². Ґрунт орного (0–20 см) шару характеризувався такими агрохімічними показниками: рН_{KCl} – 4,6 потенціометрично (ДСТУ ISO10390:2001); гідролітична кислотність – 1,61 мг-екв./100 г за Каппеном (ДСТУ 7537:2014), вміст легкогідролізного азоту – 50,8 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом ДСТУ 7863:2015); рухомого фосфору – 16,8 мг/кг

ґрунту, рухомого калію – 90,2 мг/кг ґрунту за Чириковим (ДСТУ 4115:2002), вміст загального гумусу – 1,30 % (ДСТУ 4289:2004), вміст кальцію – 7,7 мг-екв./100 г, магнію – 0,5 мг-екв./100 (ДСТУ 7861:2015). У досліді висівали сорт пшениці озимої Краєвид. Застосовували мінеральні добрива: амофос та калій хлористий під оранку; амонійну селітру, половинні норми, під сівбу й ранньовесняне підживлення. Гній ВРХ вносили у дозі 60 т на 1 га під кукурудзу на зерно в середньому 12 т/га сівозмінної площі. У досліді вивчали ефективність органо-мінерального біоактивного добрива (ОМБД), виготовленого на основі гною ВРХ й твердої фракції відходів свинокомплексів, мінеральних компонентів (сорбентів, іонообмінників, меліорантів) та агрономічно цінного комплексу мікроорганізмів із співвідношенням N₄P₄K₄ (по 40 кг д.р. в 1 т). Також виготовляли ОМБД марки органік, дозволеного для застосування в органічному землеробстві. Позакореневе підживлення хелатними мікродобривами й гуматами проводили у фази: виходу в трубку та колосіння. Склад хелатного добрива (г/л): N – 60; P₂O₅ – 160; K₂O – 60; SO₃ – 5,2; B – 0,5; Cu (EDTA) – 0,5; Fe (EDTA) – 1; Mn (EDTA) – 0,5; Zn (EDTA) – 1,0; Mo (EDTA) – 0,05. Склад гумату (г/л): K₂O – 40; гумінові кислоти – 180, фульвокислоти – 60. Солому попередника обробляли після збирання біодеструктором. Облік урожаю та показники його структури проводили згідно з «Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур», 2001 р. Для визначення енергетичної ефективності застосування добрив й обробітку ґрунту у сівозміні використовували загальноприйняті методики. Дисперсійний аналіз експериментальних даних проводили з використанням програми EXSEL 2010.

Результати дослідження та обговорення. За органо-мінеральною системою удобрення досягнуто найвищої врожайності за внесення 12 т/га ріллі гною ВРХ + N₁₀₀P₆₀K₁₀₀ – 6,07 т/га з приростом до контролю (без добрив) – 2,55 т/га або 72 %. За зменшення дози мінеральних добрив удвічі (12 т/га гною ВРХ + N₅₀P₃₀K₅₀) приріст до контролю знижувався до 2,00 т/га або 57 %, що демонструє високу ефективність застосування гною ВРХ і подвійної дози мінеральних добрив (рис.1).

Найнижчу врожайність одержано на контролі без добрив – 3,52 т/га. За внесення гною ВРХ у дозі 12 т/га врожайність пшениці озимої досягала 4,61 т/га з приростом 31 %. Проте за дворазового зменшення дози гною (до 6 т/га) продуктивність посіву дещо знижувалася й становила 4,47 т/га, перевищуючи контроль – без добрив на 0,95 т/га, або 27 %.

Отже, сумісне застосування підстилкового гною й мінеральних добрив обумовлює явище синергізму, адже приріст зерна пшениці озимої за роздільного внесення мінеральних і органічних добрив на 15–20 % нижче, порівняно із сумісним їх внесенням. Підвищення доз NPK у 1,5 рази до $N_{150}P_{90}K_{150}$ порівняно з $N_{100}P_{60}K_{100}$ не компенсує відсутність гною. Застосування 1 т/га ОМБД 4-4-4 (0,5 т/га + N_{40}) за ефективністю не поступалося дії 12 т/га гною + $N_{50}P_{30}K_{50}$ за органо-мінеральної системи удобрення, відповідно 5,06 і 5,52 т/га.

Органічний блок польового дослідження включає застосування підстилкового гною, біодеструктора, соломи, ОМБД марки органік. За середньої урожайності за 2021–2023 рр., на контролі (солома) – 3,68 т/га зерна пшениці, за внесення 12 т/га гною, 3 т/га соломи + гуматне добриво + біодеструктор отримано 4,94 т/га з приростом до контролю 34 %. Враховуючи дефіцит гною, зумовлений скороченням тваринництва, одним з виходів є застосування побічної продукції рослинництва. Систематичне внесення її разом з біодеструктором забезпечило приріст урожайності до 25 % порівняно з контролем (солома) (рис. 2).

За відновлюваної системи удобрення із внесенням компенсуючої дози азоту (N_{30}) приріст

врожаю зерна пшениці озимої підвищувався до 33 %, а за внесення по соломі біодеструктора + N_{30} , за такого ресурсного забезпечення досягнуто урожайності 5,08 т/га, або 38 % до контролю (рис. 2.).

Для складання оптимальної системи удобрення слід враховувати енерговитрати, які були отримані за виробництва усіх видів добрив, а також їх внесення. За традиційних систем удобрення фіксували один з найвищих коефіцієнтів енергоефективності – 4,5, водночас приріст енергії становив 45244 МДж/га. Внесення гною ВРХ у дозі 12 т/га не забезпечило значної різниці в енергії урожаю, порівняно з варіантом 6 т/га – 75755 і 73305 МДж/га відповідно, однак через збільшені енерговитрати у виробництві й внесення більшої кількості гною Кее становив 3,9 і 4,6, що свідчить про енергетичну нераціональність внесення підвищених доз гною.

Застосування гною ВРХ і мінеральних добрив сприяло отриманню одних з найвищих показників приросту енергії, але, водночас, значно підвищувалися енерговитрати до рівня 24593 МДж/га за 12 т/га + $N_{50}P_{30}K_{50}$ і 29726 МДж/га за 12 т/га + $N_{100}P_{60}K_{100}$. Саме підвищення дози мінерального компоненту спонукає до збільшення енерговитрати, порівняно з виходом енергії (табл. 1).

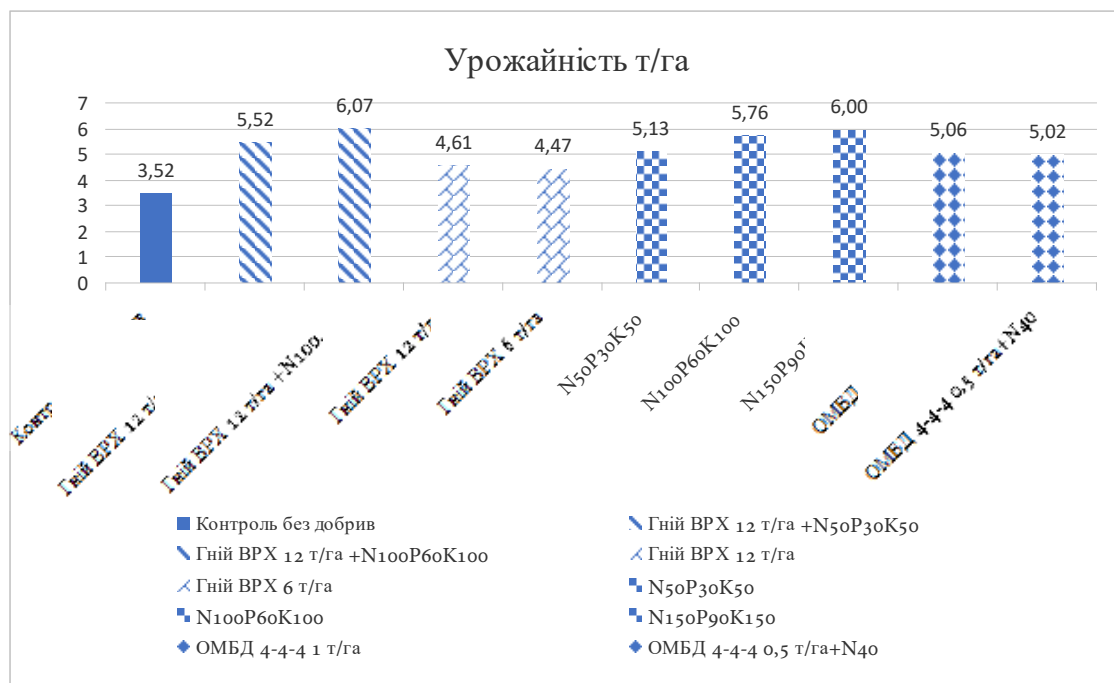


Рис.1. Урожайність зерна пшениці озимої за традиційних систем удобрення у польовій сівозміні на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021–2023 рр., т/га

Примітка: * – хелатне добриво 2 л/га.

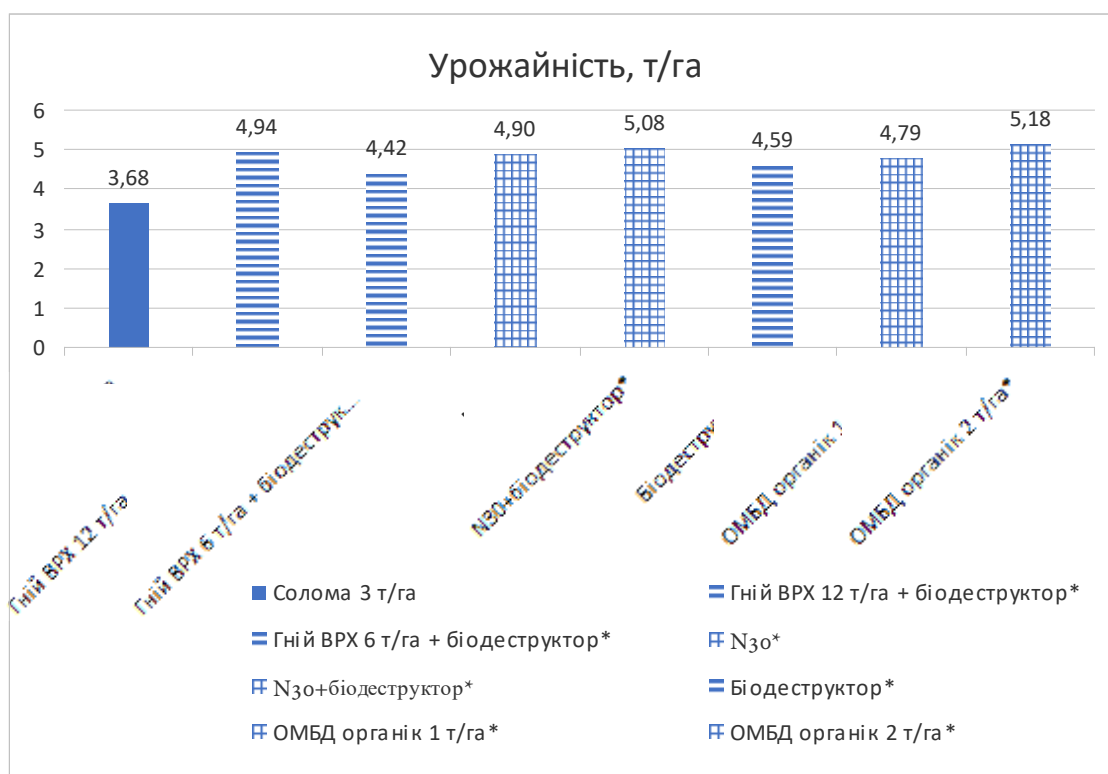


Рис. 2. Урожайність зерна пшениці озимої за органічної та відновлюваної систем удобрення у польовій сівозміні на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021–2023 рр., т/га.

Примітка: * – гуматне добриво + пп.

Таблиця 1 – Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої на сірому лісовому ґрунті, за традиційних систем удобрення, середнє за 2021–2023 рр., МДж

Удобрєння на 1 га рїлї	Енергоємність добрив, МДж/га	Всього енерговитрат, МДж/га	Енергія урожаю	Прирїст енергїї, МДж/га	Коефїцієнт енергоефективності, Од.
Контроль (без добрив)	-	13020	58264	45244	4,5
Гній ВРХ 12 т/га+N ₅₀ P ₃₀ K ₅₀ *	10173	24593	90771	66178	3,7
Гній ВРХ 12 т/га+N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₀₀ *	15306	29726	100180	70453	3,4
Гній ВРХ 12 т/га*	5040	19500	75755	56255	3,9
Гній ВРХ 6 т/га*	2520	16020	73305	57285	4,6
N ₅₀ P ₃₀ K ₅₀ *	5133	19033	84136	65103	4,4
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₀₀ *	10266	24166	93348	69182	3,9
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₅₀ *	15399	29299	98539	69073	3,3
ОМБД 4-4-4 1 т/га*	1700	16100	83700	67600	5,2
ОМБД 4-4-4 0,5 т/га + N ₄₀ *	4322	17022	82849	65826	4,9

Примітка: * – хелатне добриво 2 л/га.

За мінеральної системи удобрення органічна система була нижчою за енергоефективністю, порівняно з відновлюваною з внесенням ОМБД марки 4-4-4 у дозі 1 т/га і 05, т/га +N₄₀ на 20–30 %. Це відкриває перспективу його застосування в енергоощадному землеробстві.

За органічної й відновлюваної систем удобрення визначено значне підвищення коефіцієнта енергоефективності порівняно з традиційними. Найвищий коефіцієнт енергоефективності у розмірі 5,4 був за застосування біодеструктора, а також ОМБД марки органік у дозі 1 т/га по фоні соломи гороху. На решті варіантів він коливався від 4,4 до 5,2, значно перевищуючи показник для оцінки енергозбалансованості агротехнологій порівняно з традиційними системами удобрення.

Відновлювана система удобрення за внесення ОМБД марки органік у дозі 2 т/га мала найбільший вихід енергії – 85103 МДж/га, що наближається за цим показником до органо-мінеральної одинарної (12 т/га гною+ N₅₀P₃₀K₅₀), це характеризується високою ефективністю та перспективністю застосування і виробництва цих добрив для органічного землеробства (табл. 2).

Висновки. 1. Проведено польові та лабораторні дослідження з визначення енергетичної ефективності й врожайності пшениці озимої за екстенсивного ведення сівозміни (без добрив) та за органо-мінеральної, мінеральної, органічної і відновлюваної систем удобрення.

2. Виявлено, що найвищий рівень урожайності пшениці озимої був за органо-мінеральної системи удобрення – 12 т/га підстилкового гною ВРХ+ N₁₀₀P₆₀K₁₀₀ (6,07 т/га) та за мінеральної потрійної (N₁₅₀P₉₀K₁₅₀) з приростами 72 і 71 % до контролю (без добрив) – 3,52 т/га. За відновлюваної системи удобрення найвищого приросту було досягнуто за внесення ОМБД органік у дозі 2 т/га по фоні соломи і гуматів з приростом 1,50 т/га (41 %) до контролю (солома гороху).

3. У зв'язку з підвищенням енерговитратності за зростання хімічного навантаження на сівозмінну площу, визначено найвищий показник приросту енергії врожаю за органо-мінеральної інтенсивної – 12 т/га підстилкового гною ВРХ+ N₁₀₀P₆₀K₁₀₀ більше 100 тис. МДж з наближенням до неї потрійної дози добрив (N₁₅₀P₉₀K₁₅₀) за мінеральної системи удобрення, по фоні позакореневого підживлення хелатним добривом у дозі 2 л/га.

Таблиця 2 – Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої за органічної та відновлюваної систем удобрення в польовій сівозміні на сірому лісовому ґрунті, середнє за 2021–2023 рр., МДж

Удобрєння на 1 га рїлї	Енергоємність добрив, МДж/га	Всього енерговитрат, МДж/га	Енергія урожаю	Приріст енергїї, МДж/га	Коефіцієнт енерго-ефективності, Од.
Солома 3 т/га (контроль)	-	12586	60450	47728	4,8
Гній ВРХ 12 т/га+ біодеструктор*	5040	17626	81086	62836	4,4
Гній ВРХ 6 т/га+ біодеструктор*	2520	15106	72304	56894	4,7
N ₃₀ *	2688	15274	80580	65064	5,2
Біодеструктор + N ₃₀	2788	15374	83734	68084	5,3
Біодеструктор*	100	12686	75279	61115	5,4
ОМБД органік 1 т/га*	1700	14286	78442	63953	5,4
ОМБД органік 2 т/га*	3400	15986	85103	69090	5,3

Примітка: * + гуматне добриво + пп.

4. Найнижчі значення коефіцієнта енергетичної ефективності одержано за інтенсивної органо-мінеральної системи удобрення (12 т/га гною ВРХ+ $N_{100} P_{60} K_{100}$) – 3,4 од. та мінеральної ($N_{150} P_{90} K_{150}$) – 3,3 од., а найвищі показники Кеє становили за внесення 1 т/га ОМБД марки 4-4-4, –5,2 од., та ОМБД органік (2 т/га) – 5,4 од., що свідчить про перспективність застосування у виробництві комплексних полікомпонентних органо-мінеральних біоактивних добрив.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.
2. Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України / за ред. В.Ф. Камінського. Київ: Едельвейс, 2015. 428 с.
3. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
4. Рогальський С.В. Відтворення енергетичного потенціалу ґрунту у Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2001. № 4. С. 75–76.
5. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмiнах. Київ: ЦП «Компринт», 2016. 328 с.
6. Іваніна В.В. Роль добрив в підвищенні енергетичної ефективності агротехнологій. Вісник аграрної науки. 2013. № 3. С. 20–24.
7. Іваніна В.В. Енергетична ефективність агротехнологій за різних систем удобрення зернобурякової сівозмiни. Цукрові буряки. 2017. № 6 (90). С. 17–19.
8. Сінченко В.М. Ефективність сучасного землеробства на основі його енергетичного базису. Вісник аграрної науки. 2004. № 11. С. 14–17.
9. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2015. 314 с.
10. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Нора-прінт, 2011. 60 с.
11. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва / Ю.О. Тараріко та ін. Київ: Аграрна наука, 2005. 200 с.
12. Цвей Я.П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмiн. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2011. Вип. 12. С. 46–55.
13. Цвей Я.П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційної сівозмiни. Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. 2012. Вип. 12. С. 46–54.
14. Господаренко Г.М., Черно О.Д. Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозмiні. Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 28–31.
15. Довідник з вирощування озимої пшениці / В.В. Лихочвор та ін. Львів: Українські технології, 1998. С. 54–56.

16. Особливості вирощування озимої пшениці у Степу України / Є.М. Лебідь та ін. Наук.-техн. бюл. МПП. 2008. Вип. 8. С. 335–344.

17. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 376 с.

18. Чабан В.Г. Вплив добрив та пестицидів на продуктивність рослинництва. Економіка АПК. 1999. № 11. С. 29–31.

19. Марчук І. Сучасні добрива – на варті врожаю. Пропозиція. 2009. № 4. С. 42–45.

20. Грабовський М.Б., Павліченко К.В., Козак Л.А., Качан Л.М. Енергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біогазу за використання макро- і мікродобрив. Зернові культури. 2022. № 1. С. 100–107. DOI: 10.31867/2523-4544/0212

REFERENCES

1. Medvedovsky, O.K., Ivanenko, P.I. (1988). Enerhetychnyi analiz intensyvykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agriculture]. Kyiv, Harvest, 208 p.
2. Kaminskyi, V.F. (2015). Naukovi osnovy efektyvnoho rozvytku zemlerobstva v ahrolandshaftakh Ukrainy [Scientific ground of effective development of agriculture in agrolandscapes of Ukraine]. Kyiv, Edelweis, 428 p.
3. Polovyi, V.M. (2007). Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture]. Rivne, Volyn amulets, 320 p.
4. Rohalskyi, S.V. (2001). Vidtvorennia enerhetychnoho potentsialu ґruntu u Lisostepu [Restoration of the energy potential of the soil in the forest-steppe]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agricultural science]. no. 4, pp. 75–76.
5. Ivanina, V.V. (2016). Biolohizatsiia udobrennia kultur u sivozminakh [Biologization of fertilization in crop rotations]. Kyiv, Komprynt, 328 p.
6. Ivanina, V.V. (2013). Rol dobriv v pidvyshcheni enerhetychnoi efektyvnosti ahrotekhnolohii [The role of fertilizers in increasing the energy efficiency of agrotechnologies]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agricultural science]. no. 3, pp. 20–24.
7. Ivanina, V.V. (2017). Enerhetychna efektyvnist ahrotekhnolohii za riznykh system udobrennia zernoburiakovoї sivozminy [Energy efficiency of agrotechnologies in different fertilizer systems of grain-bucket crop rotation]. Tsukrovi buriaky [Sugar beets]. no. 6(90), pp. 17–19.
8. Sinchenko, V.M. (2004). Efektyvnist suchasnoho zemlerobstva na osnovi yoho enerhetychnoho bazysu [Efficiency of modern agriculture on the basis of its energy basis]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agricultural science]. no. 11, pp. 14–17.
9. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva [Scientific fundamentals of agricultural systems]. Vinnytsia, Nilan-LTD, 314 p.
10. Tarariko, Yu.O., Nesmashna, O.Ye., Hlushchenko, L.D. (2011). Enerhetychna otsinka system

zemlerobstva i tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Energy assessment of agricultural systems and technologies for growing crops]. Kyiv, Nora-print, 60 p.

11. Tarariko, Yu.O., Nesmashna, O.Yu., Berdnikov, O.M., Hlushchenko, L.D., Lychuk, H.I. (2005). Bioenerhetychna otsinka silskohospodarskoho vyrobnytstva [Bioenergy evaluation of agricultural production]. Kyiv, Agrarian science, 200 p.

12. Tsvei, Ya.P. (2011). Bioenerhetychna otsinka produktyvnosti riznorotatsiinykh sivozmin [Bioenergetic estimation of productivity of diversified crop rotation]. Zbirnyk naukovykh prats IBKTSB [Collection of scientific works of the IBKTSB]. Issue 12, pp. 46–55.

13. Tsvei, Ya.P. (2012). Bioenerhetychna otsinka produktyvnosti riznorotacijnoi' sivozminy [Bioenergetic estimation of productivity of diversified crop rotation]. Nauk. prac Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burakiv [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]. Issue 12, pp. 46–54.

14. Gospodarenko, G.M., Chernov, O.D. (2015). Urozhajnist' pshenyци ozymoi' pislja riznyh poperednykiv na foni tryvalogo zastosuvannja dobryv u sivozmini [Yield of winter wheat after different predecessors against the background of long-term use of fertilizers in crop rotation]. Zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. [Agriculture: Int. subject of science coll.]. Issue 1, pp. 28–31.

15. Vloh, V.G., Bomba, M.Ya., Lihochvor, V.V. (1998). Dovidnyk z vyroshchuvannja ozymoi' pshenyци [Handbook on the cultivation of winter wheat]. Lviv, Ukrainian Technologies, pp. 54–56.

16. Lebid, E.M., Cherenkov, A.V., Solodushko, M.M. (2008). Osoblyvosti vyroshchuvannja ozymoi' pshenyци u Stepu Ukrainy [Features growing winter wheat in the Steppe of Ukraine]. Nauk.-tehn. bjul. MIP [Scientific and technical Bull. MIP]. Issue 8, pp. 335–344.

17. Gospodarenko, H.M. (2018). Systema zastosuvannja dobryv [Fertilizer application system]. Kyiv, SIK GROUP UKRAINE LLC, 376 p.

18. Chaban, V.G. (1999). Vplyv dobryv ta pestyциdiv na produktyvnist' roslynnyctva [The influence of fertilizers and pesticides on the productivity of crop production]. Ekonomika APK [Economy of agro-industrial complex]. no. 11, pp. 29–31.

19. Marchuk, I. (2009). Suchasni dobryva – na varti vrozhanju [Modern fertilizers are worth the harvest]. Propozycja [Offer]. no. 4, pp. 42–45.

20. Grabovskyi, M.B., Pavlichenko, K.V., Kozak, L.A., Kachan, L.M. (2022). Enerhetychna efek-

tyvnist' vyroshchuvannja gibrydiv kukurudzy dlja vyrobnytstva biogazu za vykorystannja makro-i mikro-dobryv [Energy efficiency of growing corn hybrids for biogas production using macro- and microfertilizers]. Zernovi kul'tury [Cereal crops]. no. 1, pp. 100–107. DOI: 10.31867/2523-4544/0212

Yield and energy efficiency in winter wheat agroecosystem under different fertilization systems in the conditions of the northern part of the Forest-Steppe Degodyuk S., Muliarchuk A.

The influence of different types of fertilizers on the yield and energy efficiency of winter wheat cultivation was evaluated. It was found that the highest productivity was obtained under the organic-mineral fertilizer system, which involves the combined use of 12 t/ha of cattle bedding manure and mineral fertilizers in a dose of $N_{100}P_{60}K_{100}$, applied against the background of two-time fertilization with complex chelated fertilizers at a dose of 2 l/ha, where the yield was 5.67 t/ha, and when applying a double mineral dose ($N_{100}P_{60}K_{100}$) and a triple dose ($N_{150}P_{90}K_{150}$) – 5.76 and 6.00 t/ha respectively, which in terms of yield growth was lower than the NIR05 values. The combined use of litter manure and mineral fertilizers resulted in a synergistic effect, as winter wheat grain yields were 15–20 % lower when mineral and organic fertilizers were applied separately than when they were applied together. Increasing NPK doses by 1.5 times to $N_{150}P_{90}K_{150}$ compared to $N_{100}P_{60}K_{100}$ did not compensate for the lack of manure. Under the organic fertilizer system, the grain yield was the highest when OMBF was applied at a dose of 2 t/ha against a background of pea straw 3 t/ha, which amounted to 5.18 t/ha with an increase of 41 %, compared to the control (straw). The highest levels of energy efficiency were determined for the application of organic-mineral fertilizer of the organic brand in doses of 1 and 2 t/ha (5.4 and 5.3) and OMBF brand 4-4-4 in a dose of 1 t/ha (5.2). Under the organic-mineral system of fertilizing application of $N_{50}P_{30}K_{50}$ and $N_{100}P_{60}K_{100}$ at the background of 12 t/ha of manure established the index of energy efficiency at the level of 3.4 and 3.7 units, respectively. Application of cattle manure at a dose of 12 t/ha did not provide a significant difference in crop energy, compared to the variant 6 t/ha – 75755 and 73305 MJ/ha respectively, but due to increased energy inputs in production and application of more manure Kee was 3.9 and 4.6 respectively.

Key words: cattle manure, fertilizers, OMBF, yield, mineral fertilizers, by-products, fertilizer system, energy efficiency.



Copyright: Дегодюк С.Е., Мулярчук А.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Дегодюк С.Е.
Мулярчук А.О.

<https://orcid.org/0000-0003-2293-6654>
<https://orcid.org/0009-0004-5947-1111>