

УДК 633.852:631.524

## Оцінка потенціалу побічної продукції гірчиці для удобрення

Миколайко І.І. 

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Карпук Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Миколайко І.І., Карпук Л.М. Оцінка потенціалу побічної продукції гірчиці для удобрення. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022, № 2, С. 105–110.

Mykolayko I., Karpuk L. Assessment of the potential of mustard by-products for fertilizer. «Agrobiologiya», 2022, no. 2, pp. 105–110.

Рукопис отримано: 18.11.2022 р.  
Прийнято: 05.12.2022 р.  
Затверджено до друку: 27.12.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-105-110

Метою роботи було оцінити ефективність застосування поживних решток гірчиці як добрива. У дослідженнях використовували лабораторні, вимірювально-вагові та математично-статистичні методи. З розвитком досліджень з біоенергетики ряд авторів пропонують побічну продукцію (солому та інші рештки) використовувати для виготовлення біопалива. Водночас науковцями-рослинниками доведено, що заорювання поживних решток забезпечує поповнення запасів органічної речовини ґрунту, елементами мінерального живлення та зниження вартості вирощеної продукції завдяки зменшенню кількості внесених мінеральних добрив. Виявлено, що серед олійних культур, які вивчали, найбільший потенціал біомаси отримано за вирощування соняшнику та сої, найменший – гірчиці чорної. Однак, навіть за урожайності насіння гірчиці 1,52 т/га в перерахунку на солому можна отримати з кожного гектара 30,4 кг/га калію або в 1,6 рази більше ніж із соломи сої, а також 21,28 кг/га азоту та 7,6 кг/га фосфору. За використання соломи гірчиці чорної для біопалива, вихід поживних речовин якої найменший, порівняно з іншими олійними культурами для поповнення балансу, необхідно буде внести 54,6 кг д.р./га мінеральних добрив на суму 52,5 тис. грн/га. Найбільші додаткові витрати на мінеральні добрива становитимуть за вилучення соломи соняшнику для біопалива, навіть за його урожайності 2,0 т/га, – понад 240 тис. грн/га. Тому, в умовах дефіциту органічних добрив у сучасному землеробстві поживні рештки сільськогосподарських культур успішно можуть замінити відсутність органічних добрив і поповнити запаси ґрунту елементами мінерального живлення. Отже, за значного подорожання мінеральних добрив та скорочення використання органічних добрив доцільно побічну продукцію гірчиці та інших сільськогосподарських культур заорювати, а не використовувати для виготовлення біопалива, що забезпечить поповнення ґрунту мінеральними елементами живлення та зниження собівартості продукції завдяки зменшенню кількості внесених мінеральних добрив.

**Ключові слова:** урожайність, валовий збір, вихід соломи, поживні речовини, мінеральні добрива.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** В Україні серед олійних культур гірчиця посідає третє місце після соняшнику й ріпаку [1]. Вона займає провідне місце з виробництва олії та гірчичного борошна для харчової промисловості, а також зростає значення гірчиці як експортної культури та сировини для виготовлення біодизелю [2, 3]. Крім того, заорювання поживних решток гірчиці забезпечує поповнення ґрунту органічними речовинами. Вона належить до альтернативних олійних культур, здатних забезпечувати стабільні врожаї задовільної якості та успішно

конкурувати на ринку сільськогосподарської продукції [4]. Значне збільшення потреби в насінні гірчиці можливе за впровадження нових високопродуктивних сортів гірчиці з високою якістю, удосконалення способів вирощування насіння, а також залежить від ґрунтово-кліматичних умов в період вегетації. Чим більша урожайність гірчиці, тим більше залишається поживних решток, які можна залишити в полі як добриво або направити для виробництва твердих видів палива. Враховуючи різноманітне народногосподарське значення гірчиці й невибагливість до агрофону, вона остан-

нім часом привертає увагу вчених і виробників як сировинна база для поповнення рослинних ресурсів у сільському господарстві [5], а попит на насіння постійно зростає [6].

Основною складовою сучасної системи землеробства є відновлювані ресурси рослинництва, що передбачає максимальне залучення у біологічний кругообіг вуглецю та інших макро- і мікроелементів, які мають певною мірою зрівноважити дефіцит поживних речовин, спричинений різким скороченням застосування у землеробстві мінеральних і органічних добрив, внесення яких не перевищує 10–17 % від потреби [7]. Побічна продукція рослинництва є важливим джерелом постачання поживних речовин для мінерального живлення рослин як у прямій дії, так і в післядії.

На думку Г.Г. Гелетути, Т.А. Железної [8] солома, стебла та інша побічна продукція є основними складовими енергетичного потенціалу сільського господарства поряд з енергетичними культурами. За підрахунками в Україні на енергетичні цілі є можливість щорічно використовувати до 10 млн т соломи зернових і близько 7 млн т соломи ріпаку, що зменшить потребу у видобувних видах енергоносіїв для виробництва теплової енергії [9]. За оцінкою В.В. Кухарця, енергетичний потенціал лише соломи зернових культур в Україні становить 9,2 млн т, що може забезпечити виробництво 4,5 млн т умовного палива [10]. Основний недолік від використання поживних решток на біопаливо має екологічне значення, оскільки це призводить до деградації земель та зменшення їх родючості. Крім того, в останні десятиліття на тлі збільшення врожайності основних сільськогосподарських культур різко скоротились норми внесення органічних добрив, що призводить до щорічних втрат гумусу в середньому 0,6–0,7 т/га [11]. Використання соломи є ефективним засобом підтримання бездефіцитного балансу гумусу й поживних елементів, додатковим джерелом органічних добрив [12].

За постійного заорювання поживних решток відбувається поповнення запасів органічної речовини, водоутримувальна здатність якої у 5–10 разів більша, ніж мінеральної фракції ґрунту, формується його структура,

оптимізується водопроникність і вологоємність [13], покращується життєдіяльність мікрофлори ґрунту та інтенсивність її дихання, що сприяє поліпшенню поживного режиму ґрунту [14]. Дослідженнями доведено, що заорювання поживних решток в повному обсязі врожайності культур сівозміни забезпечило збільшення урожайності пшениці озимої на 0,34 т/га порівняно з контролем (без добрив) без застосування мінеральних добрив [15]. Внесення побічної продукції дозволяє підвищити баланс гумусу. За даними Р.П. Богдановича та В.С. Олійника [16], у короткоротаційній сівозміні баланс гумусу збільшився на 0,37 т/га за рік. Побічна продукція рослинництва є досить добрим джерелом мінеральних речовин та має важливе значення у підтриманні балансу гумусу [17, 18].

**Мета дослідження** – оцінити ефективність застосування поживних решток гірчиці як добрива.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження з особливостей формування урожаю насіння білої та чорної гірчиці залежно від агротехнологічних умов його вирощування проводили на дослідному полі Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини МОН, упродовж 2021–2022 рр., який розміщений в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Розрахунок виходу побічної продукції олійних культур – гірчиці білої та чорної, соняшнику і сої проводили, використовуючи коефіцієнти ННЦ «Інститут землеробства НААН» для перерахунку основної продукції в соломі. Для розрахунку соломи використали урожайність гірчиці білої та чорної, яку отримали в своїх польових дослідах в 2021–2022 рр., а соняшнику та сої – урожайність за 2021 р. з інформації Мінагрополітики [19].

Ґрунти – чорноземи опідзолені важко-суглинкові, характеризуються грудкуватопилуватою структурою, з невисоким вмістом гумусу – 3,31 % та незначною водопідіймальною здатністю. Реакція ґрунтового розчину нейтральна – рН 6,5–6,7. Вміст рухомих сполук фосфору (за методом Чирікова) та калію становить 80–130 мг/кг – середня забезпеченість.

Вегетаційний період за роки проведення досліджень для зони розміщення дослідних ділянок за температурним режимом був типовим для зони за виключенням незначних відхилень та характеризувався надмірним зволоженням в 2021 р. і навпаки – засушливим в 2022 р.

**Результати дослідження та обговорення.** З метою вивчення ефективності використання поживних решток, як удобрення, були проведені розрахунки витрат кош-

тів для поповнення ґрунту елементами живлення, які винесені з поживними рештками, в разі використання їх на виробництво біопалива, внесенням відповідної кількості мінеральних добрив.

Розрахунок біомаси – побічної продукції показав, що серед олійних культур, які вивчали, найбільший потенціал біомаси отримано за вирощування соняшнику та сої, найменший – гірчиці чорної (табл. 1).

Таблиця 1 – Вихід соломи та інших поживних решток з одного гектара

Культура	Урожайність насіння, т/га	Валовий збір, т	Коефіцієнт перерахунку на соломку*	Вихід соломи і поживних решток, т
Гірчиця чорна	1,40	1,40	2,0	2,80
Гірчиця біла	1,52	1,52	2,0	3,04
Соняшник	2,00	2,00	2,0	4,00
Соя	2,50	2,50	1,5	3,75

**Примітка:** \* за даними ННЦ «Інститут землеробства НААН» [20].

В умовах дефіциту органічних добрив у сучасному землеробстві поживні рештки сільськогосподарських культур успішно можуть замінити відсутність традиційного підстилкового гною великої рогатої худоби і поповнити запаси ґрунту елементами мінерального живлення.

За урожайності насіння білої гірчиці 1,52 т/га в перерахунку на соломку можна отримати з кожного гектара 30,4 кг/га калію або в 1,6 рази більше ніж із соломи сої, а також 21,28 кг/га азоту та 7,6 кг/га фосфору (табл. 2).

За нижчої урожайності насіння гірчиці

чорної вихід поживних речовин також був меншим. Найбільша частка поживних речовин – NPK в поживних рештках соняшнику, навіть за його урожайності 2,0 т/га.

За умови використання поживних решток для виготовлення біопалива поповнення балансу мінеральних речовин, які будуть винесені, необхідно замінити відповідною кількістю мінеральних добрив. Саме значною вартістю мінеральних добрив обумовлено використання побічної продукції рослинництва як джерела мінеральних речовин.

Таблиця 2 – Вихід поживних речовин (азоту, фосфору і калію) із соломи та інших поживних решток з площі посіву 1 га

Культура	Вихід соломи і поживних решток, т	Вихід поживних речовин, кг д.р./га*					
		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		кг/т	кг	кг/т	кг	кг/т	кг
Гірчиця чорна	2,80	7,0	19,6	2,5	7,0	10,0	28,0
Гірчиця біла	3,04	7,0	21,28	2,5	7,6	10,0	30,4
Соняшник	4,00	8,0	32,0	7,6	30,4	52,5	210
Соя	3,75	12,0	45,0	3,6	13,5	5,0	18,75

**Примітка:** \*джерело [20] та власні розрахунки.

За вилучення соломи гірчиці чорної для біопалива, вихід поживних речовин якої найменший, порівняно з іншими олійними

культурами для поповнення балансу необхідно буде внести 54,6 кг д.р./га мінеральних добрив на суму 52,5 тис. грн/га (табл. 3).

Таблиця 3 – Ефективність застосування поживних решток як добрива

Показник	Культура			
	гірчиця чорна	гірчиця біла	соняшник	соя
1	2	3	4	5
Вміст елементів живлення в поживних рештках, д.р. кг/га:				
N	19,6	21,28	32,0	45,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0	7,6	30,4	13,5
K <sub>2</sub> O	28,0	30,4	210,0	18,75
Для відновлення елементів живлення необхідно внести фізичних туків, кг/га:				
Аміачна селітра, 34,4 %	569,8	618,6	930,2	1308,1
Суперфосфат, 20 %	350,0	380,0	1520,0	675,0
Калій хлористий, 40 %	700,0	760,0	5250,0	468,8
Вартість добрив, тис. грн/га*				
Аміачна селітра, 34,4 %	21,7	23,5	35,3	49,7
Суперфосфат, 20 %	7,7	8,4	33,4	14,9
Хлорид калію з магнієм, 40 %	23,1	25,1	173,3	15,5
Загалом витрат, грн	52,5	57,0	242,0	80,1

**Примітка:** \* ціна добрив станом на 01.10.2022 р.

Найбільші додаткові витрати на мінеральні добрива становитимуть за вилучення соломи соняшнику для біопалива – понад 240 тис. грн/га.

За значного дефіциту викопних джерел палива перед науковцями та виробниками стало питання пошуку альтернативних джерел енергії. Одним з таких джерел є використання побічної продукції рослинництва для виготовлення біопалива. Водночас дослідженнями доведено, що за постійного заорювання поживних решток відбувається поповнення запасів органічної речовини, формується структура ґрунту, оптимізується його водопроникність і вологоємність. Крім того, знижуються витрати на вирощу-

вання сільськогосподарських культур завдяки зменшенню кількості внесених мінеральних добрив. Тому, побічну продукцію рослинництва доцільно залишати в полі, заорюючи її, а не використовувати для виготовлення біопалива.

**Висновки.** За значного подорожання мінеральних добрив та скорочення використання органічних добрив доцільно побічну продукцію гірчиці та інших сільськогосподарських культур заорювати, а не використовувати для виготовлення біопалива, що забезпечить поповнення ґрунту мінеральними елементами живлення та зниження собівартості продукції завдяки зменшенню кількості внесених мінеральних добрив.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чехов А., Жернова Н. Гірчиця біла: сьогодні та технологія вирощування. Пропозиція. 2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/girchicya-bilasogodennya-ta-tehnologiya-viroshchuvannya>
2. Каленська С.М., Юник А.В. Роль олійних культур у вирішенні енергетичної безпеки України. Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 12. С. 90–97.
3. Peterson K., Tompson Dzh. Biodiesel from yellow mustard. Final report. National Institute of Advanced Transport Technologies. University of Ayr. 2005. 20 p.
4. Вишнівський П.С., Губенко Л.В., Ремез Г.Г., Любич О.Я. Вплив системи удобрення на формування продуктивності гірчиці сарептської (Brassica juncea L.). Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ, 2010. Вип. 3. С. 233–237.
5. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Вплив мінерального живлення на продуктивність гірчиці ярої за різних норм висіву. Інститут олійних культур НААН. 2018. № 26. 89 с.
6. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / І.А. Шевченко та ін. Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя, 2017. 44 с.
7. Рекомендації щодо використання соломи, поживних решток і культивування сидеральних культур для підвищення та збереження родючості ґрунтів / В.П. Ситник та ін. Київ: ННЦ «ІМЕСГ», 2010. 36 с.
8. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Промислова теплотехніка. 2017. Т. 39, № 2. С. 60–64.
9. Безуглий М., Булгаков В. Наукові і практичні аспекти використання соломи і рослинних решток. Аграрний тиждень. 2009. № 20.
10. Кухарець В.В. Оцінка енергетичного потенціалу соломи. Науковий вісник НАУ. 2008. Вип. 125. С. 273–276.

11. Роїк М.В., Ганженко О.М. Агроекологічні аспекти сталого розвитку біоенергетики. Біоенергетика. 2020. № 1 (15). С. 4–7.

12. Циліорик О. Пожнивні рештки як добриво. Дніпровський ДАЕ університет. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/18936-pozhnyvni-reshtky-iaak-dobryvo.html>

13. Пастух Н.Р. Вплив добрив та обробітку чорнозему типового на транспіраційний коефіцієнт пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу. ЗНП Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 144–147.

14. Рослинні рештки: зекономити на добривах і поліпшити стан поля. 2018. URL: <http://olgopol.com.ua/posts/roslynni-reshtky-zekonomyty-na-dobryvakh-i-polipshyty-stan-polya>

15. Власенко В.С. Вплив системи удобрення в сівозміні на врожай та урожайні якості пшениці озимої. ЗНП Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 14. С. 46–48.

16. Богданович Р.П., Олійник В.С. Баланс гумусу в чорноземі типовому легкосуглинковому Правобережного Лісостепу з урахуванням нетоварної частини урожаю сільськогосподарських культур. URL: [https://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/15.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2014_7/15.pdf)

17. Кухарець С.М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 192 с.

18. Голуб Г.А. Проблеми використання соломи в якості палива. Вісник аграрної науки. 2010. № 8. С. 49–52.

19. Інфографіка: урожайність кукурудзи, сої та соняшнику в Україні за 2021 р. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/urozhajnist-sonyashnyku-j-soyi-posurayetsya-mynulorichnij/>

20. Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб України. Вісн. Львів. нац. аграр. ун-ту. Агрономія. 2013. № 17 (1). С. 205–211. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2013\\_17\(1\)\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(1)_41).

## REFERENCES

1. Chekhov, A., Zhernova, N. (2008). Hirschytsya bila: s'ohodennya ta tekhnolohiya vyroshchuvannya [White mustard: present and growing technology]. Propozytsiya [Offer]. Available at: <https://propozitsiya.com.ua/girchicya-bila-sogodennya-ta-tehnologiya-viros-hchuvannya>

2. Kalens'ka, S.M., Yunyk, A.V. (2011). Rol' oliynykh kul'tur u vyrishenni enerhetychnoyi bezpeky Ukrainy [The role of oil crops in solving the energy security of Ukraine]. Nauk. pratsi In-tu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovyykh buryakiv: zb. nauk. pr. [Science Proceedings of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet: collection of science]. Kyiv, Issue 12, pp. 90–97.

3. Peterson, K., Tompson, Dzh. (2005). Biodiesel from yellow mustard. Final report. National Institute of Advanced Transport Technologies. University Aydahoh, 20 p.

4. Vyshnivs'kyi, P.S., Hubenko, L.V., Remez, H.H., Lyubchych, O.Ya. (2010). Vplyv systemy udobrennya na formuvannya produktyvnosti hirschytsi sarept-s'koyi (Brassicajuncea L.) [The influence of the fertilization system on the productivity of Sarepta mustard (Brassicajuncea L.)]. Zbirnyk naukovykh prats' NNTS "Instytut zemlerobstva UAAN" [Collection of scientific works of the NSC "Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences]. Kyiv, Issue 3, pp. 233–237.

5. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., Vendel', V.V. (2018). Vplyv mineral'noho zhyvlennya na produktyvnist' hirschytsi yarozi za riznykh norm vysyvu [The influence of mineral nutrition on the productivity of spring mustard under different sowing rates]. Instytut oliynykh kul'tur NAAN [Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences], no. 26, 89 p.

6. Shevchenko, I.A., Lyakh, V.O., Polyakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedyeva, K.V., Zhuravel', V.M., Makhno, Yu.O., Tovstonovs'ka, T.H., Budilka, H.I. (2017). L'on oliyny, hirschytsya. Stratehiya vyrobnytstva oliynoyi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kul'tury) [Strategy for the production of oil raw materials in Ukraine (rare crops)]. Instytut oliynykh kul'tur Natsional'noyi akademiyi ahramnykh nauk Ukrainy [Institute of Oil Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine]. Zaporizhzhya, 44 p.

7. Sytnyk, V.P., Bezuhlyy, M.D., Adamchuk, V.V. (2010). Rekomendatsiyi shchodo vykorystannya solomy, pozhnyvnykh reshtok i kul'tyvatsiya syderal'nykh kul'tur dlya pidvyshchennya ta zberezhennya rodyuchosti gruntiv [Recommendations regarding the use of straw, harvest residues and the cultivation of siderable crops to increase and preserve soil fertility]. Kyiv, NNTS «IMES-H», 36 p.

8. Heletukha, H.H., Zhelyezna, T.A. (2017). Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukrainy [State and prospects of bioenergy development in Ukraine]. Promyslova teplotekhnika [Industrial heat engineering]. Vol. 39, no. 2, pp. 60–64.

9. Bezuhlyy, M., Bulhakov, V. (2009). Naukovi i praktychni aspekty vykorystannya solomy i roslynyykh reshtok [Scientific and practical aspects of the use of straw and plant residues]. Ahramny tyzhden' [Agrarian week], no. 20.

10. Kukharets', V.V. (2008). Otsinka enerhetychnoho potentsialu solomy [Estimation of energy potential of straw]. Naukovyy visnyk NAU [Scientific herald of NAU]. Issue 125, pp. 273–276.

11. Royik, M.V., Hanzhenko, O.M. (2020). Aholekologichni aspekty staloho rozvytku bioenerhetyky [Ecological aspects of sustainable development of bioenergy]. Bioenerhetyka [Bioenergetics], no. 1 (15), pp. 4–7.

12. Tsylyuryk, O. (2020). Pozhnyvni reshtky yak dobryvo [Harvest residues as fertilizer]. Dniprovskyy DAE universytet [Dnipro DAE University]. Available at: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/18936-pozhnyvni-reshtky-iaak-dobryvo.html>

13. Pastukh, N.R. (2014). Vplyv dobryv ta obrobіtku chornozemu typovoho na transpiratsiynyy koeffitsiyent shenytsi ozymoyi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [The influence of fertilizers and cultivation of

typical chernozem on the transpiration coefficient of winter wheat in the conditions of the Left Bank Forest Steppe]. ZNP Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovyykh buryakiv [ZNP of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]. Issue 21, pp. 144–147.

14. Roslynni reshtky: zekonomyty na dobyrvakh i polipshyty stan polya [Plant residues: save on fertilizers and improve the condition of the field]. 2018. Available at: <http://olgopol.com.ua/posts/roslynni-reshtky-zekonomyty-na-dobryvakh-i-polipshyty-stand-polya>

15. Vlasenko, V.S. (2012). Vplyv systemy udobrennya v sivozmini na vrozhay ta urozhayni yakosti pshenytsi ozymoi [The influence of the fertilization system in crop rotation on the yield and productive qualities of winter wheat]. ZNP Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovyykh buryakiv [ZNP of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]. Issue 14, pp. 46–48.

16. Bohdanovych, R.P., Oliynyk, V.S. Balans humusu v chornozemi typovomu lehkohlynkovomu Pravoberezhnoho Lisostepu z urakhuvanniam netovarnoyi chastyny urozhayu sil's'kohospodars'kykh kul'tur [The balance of humus in the typical light loam chernozem of the Right Bank Forest Steppe, taking into account the non-marketable part of the harvest of agricultural crops]. Available at: [https://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/15.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2014_7/15.pdf)

17. Kukharets', S.M. (2016). Pidvyshchennya enerhetychnoyi avtonomnosti ahroekosystem [Increasing the energy autonomy of agroecosystems]. Mekhaniko-tekhnolohichni osnovy: monohrafiya [Mechanical and technological foundations]. Zhytomyr, ZHNAEU, 192 p.

18. Holub, H.A. (2010). Problemy vykorystannya solomy v yakosti palyva [Mechanical and technological foundations]. Visnyk ahromoyi nauky [Mechanical and technological foundations], no. 8, pp. 49–52.

19. Infografika: urozhaynist' kukurudzy, soyi ta sonyashnyku v Ukraini za 2021 r. [Infographic: corn, soybean and sunflower yields in Ukraine in 2021]. Available at: <https://agrotimes.ua/agronomiya/urozhajnist-sonyashnyku-i-soyi-postupayetsya-mynulorichnij/>

20. Dehodyuk, S., Dehodyuk, E., Litvinova, O., Kyrychenko, A. (2013). Stratehiya zastosuvannya solomystykh reshtok dlya udobrennya ta enerhetychnykh potreb Ukrainy [The strategy of using straw residues for fertilizer and energy needs of Ukraine]. Visn. L'viv. nats. ahrar. un-tu. Ahronomiya [Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy.], no. 17 (1),

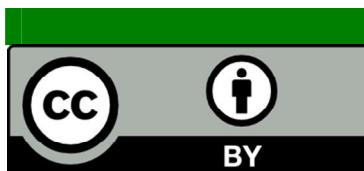
pp. 205–211. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2013\\_17\(1\)\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(1)_41).

### Assessment of the potential of mustard by-products for fertilizer

Mykolayko I., Karpuk L.

The purpose of this work was to evaluate the effectiveness of using mustard harvest residues as fertilizer. Laboratory, measuring-weighing and mathematical-statistical methods were used in the research. With the development of research on bioenergy, a number of authors propose to use by-products (straw and other residues) for the production of biofuel. However, it has been proven by plant scientists that plowing of crop residues ensures the replenishment of soil organic matter reserves, mineral nutrition elements and the reduction of the cost of grown products due to the reduction of the amount of applied mineral fertilizers. It was found that among the studied oilseed crops, the largest biomass potential was obtained from the cultivation of sunflower and soybean, the smallest - black mustard. But, even with a mustard seed yield of 1.52 t/ha in terms of straw, 30.4 kg/ha of potassium can be obtained from each hectare, or 1.6 times more than from soybean straw, as well as 21.28 kg/ha nitrogen and 7.6 kg/ha of phosphorus. When using black mustard straw for biofuel, the yield of which nutrients is the lowest compared to other oil crops to replenish the balance, it will be necessary to apply 54.6 kg/ha of mineral fertilizers in the amount of 52.5 thousand hryvnias/ha. The largest additional costs for mineral fertilizers will be more than UAH 240,000/ha for the extraction of sunflower straw for biofuel, even with its yield of 2.0 t/ha. Therefore, in the conditions of shortage of organic fertilizers in modern agriculture, crop residues can successfully replace the lack of organic fertilizers and replenish soil reserves with elements of mineral nutrition. Therefore, with a significant increase in mineral fertilizers and a reduction in the use of organic fertilizers, it is advisable to plow the by-products of mustard and other agricultural crops, and not use them for the production of biofuel, which will ensure the replenishment of the soil with mineral nutrients and reduce the cost of production by reducing the amount of applied mineral fertilizers.

**Key words:** productivity, gross collection, yield of straw, nutrients, mineral fertilizers.



Copyright: Миколайко І.І. © 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:

Миколайко І.І. <https://orcid.org/0000-0002-4985-4918>

Карпук Л.М. <https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>