Received: 27.01.2025 | *Accepted: 07.02.2025*

Agriculture. Plant growing

doi: 10.31210/spi2025.28.01.04
UDC 582.661.21:631.82:332.155
ORIGINAL ARTICLE

Scientific Progress & Innovations
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

28 (1)
2025

Economic efficiency of different levels of mineral nutrition in amaranth growing technology

M. Tyrus

Article info

Correspondence Author
M. Tyrus
E-mail:
tyrusmaria0408@gmail.com

Lviv National Environmental University,
1, str. Volodymyra Velykoho, Dublyany, Lviv district,
Lviv region, 80381, Ukraine

Citation: Tyrus, M. (2025). Economic efficiency of different levels of mineral nutrition in amaranth growing technology. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 20–24. doi: 10.31210/spi2025.28.01.04

The article presents the results of research that became the basis for establishing indicators of economic efficiency of mineral fertilizer application rates when growing amaranth. According to the experimental scheme, seven fertilizer rates were studied: $N_0P_0K_0$ (control), $N_{40}P_{20}K_{40}$, $N_{80}P_{40}K_{80}$, $N_{120}P_{40}K_{80}$, $N_{160}P_{60}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{160}$. The research was conducted at the experimental field of the Lviv National University of Environmental Management on dark gray podzolized soil in 2019–2021 in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine. It was found that increasing the rates of mineral fertilizer application when growing amaranth of the Kharkivskyi 1 variety contributed to increasing grain yield and improving economic efficiency indicators. It was found that the amount of technology costs for the $N_{200}P_{80}K_{160}$ mineral fertilizer rate is the highest and amounts to 52,130 UAH, which is twice as high as in the control. Fertilizer costs in this variant increased to 27,450 UAH. The cost price of 1 ton of amaranth grain, despite the increase in costs for cultivation technology, was in a rather narrow range and fluctuated within 10,087–10,682 UAH. This is explained by the high efficiency of mineral fertilizers in conditions of sufficient moisture, which ensured an increase in yield from 2.31 t/ha in the control to 4.88 t/ha with the application of $N_{200}P_{80}K_{160}$, i.e. by 2.57 t/ha. The net profit in the control without fertilizers was quite high and amounted to 33,067 UAH/ha. With the application of the $N_{40}P_{20}K_{40}$ fertilizer rate, net profit increased to 43,673 UAH. Doubling the fertilizer rate in the variant with the application of $N_{80}P_{40}K_{80}$ ensured an increase in net profit to 51,529 UAH. In the variant with the $N_{120}P_{40}K_{80}$ fertilizer rate, it increased to 58,908 UAH, and with the application of $N_{160}P_{60}K_{120}$, it increased by 66,514 UAH. This indicator was the highest in the variant with the $N_{200}P_{80}K_{120}$ application and amounted to 70,813 UAH. Increasing the rate of potash fertilizers to K_{60} in the latter variant turned out to be economically inefficient and led to a decrease in net profit by 943 UAH. The level of profitability in the studies ranged from 134–149 %.

Keywords: amaranth, mineral fertilizers, economic efficiency indicators.

Економічна ефективність різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування амаранту

М. Л. Тирусь

Львівський національний університет Природокористування,
м. Львів, Україна

В статті наведено результати досліджень, які стали основою для встановлення показників економічної ефективності внесення норм мінеральних добрив при вирощуванні амаранту. Згідно схеми досліду вивчали сім норм добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль), $N_{40}P_{20}K_{40}$, $N_{80}P_{40}K_{80}$, $N_{120}P_{40}K_{80}$, $N_{160}P_{60}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{160}$. Дослідження проводили на дослідному полі Львівського національного університету природокористування на темно-сірому опідзоленому ґрунті в 2019–2021 рр. в умовах західного Лісостепу України. Виявлено, що збільшення норм внесення мінеральних добрив при вирощування амаранту сорту Харківський 1 сприяло підвищенню урожайності зерна та покращенню показників економічної ефективності. Встановлено, що сума витрат на технологію за норми мінеральних добрив $N_{200}P_{80}K_{160}$ найвища і становить 52130 грн, що у два рази вище, ніж на контролі. Витрати на добрива на цьому варіанті зросли до 27450 грн. *Собівартість* 1 т зерна амаранту, незважаючи на зростання витрат на технологію вирощування, знаходилась у досить вузькому діапазоні і коливались у межах 10087–10682 грн. Це пояснюється високою ефективністю мінеральних добрив в умовах достатнього зволоження, які забезпечили зростання врожайності з 2,31 т/га на контролі до 4,88 т/га за внесення $N_{200}P_{80}K_{160}$, тобто на 2,57 т/га. Чистий прибуток на контролі без добрив був досить високим і становив 33067 грн/га. За внесення норми добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ чистий прибуток зріс до 43673 грн. Подвоєння норми добрив на варіанті з внесенням $N_{80}P_{40}K_{80}$ забезпечило зростання чистого прибутку до 51529 грн. На варіанті з нормою добрив $N_{120}P_{40}K_{80}$ він підвищився до 58908 грн, а за внесення $N_{160}P_{60}K_{120}$ збільшився на 66514 грн. Найбільшим цей показник був на варіанті з внесенням $N_{200}P_{80}K_{120}$ і становив 70813 грн. Збільшення норми калійних добрив на K_{60} на останньому варіанті виявилось економічно неефективним і призвело до зниження чистого прибутку на 943 грн. Рівень рентабельності в дослідженнях коливався в межах 134–149 %.

Ключові слова: амарант, мінеральні добрива, показники економічної ефективності.

Бібліографічний опис для цитування: *Тирусь М. Л.* Економічна ефективність різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування амаранту. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 20–24.

Вступ

Амарант відносно нова культура для України, яку відносять до нішових. Характеризується високим вмістом і збалансованістю білка, високою врожайністю, підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних речовин. Глобальне потепління робить вирощування амаранту особливо актуальним завдяки його унікальній особливості пристосовуватись до різних умов навколишнього середовища [17].

Амарант добре росте на всіх основних видах ґрунтів [16]. Холодостійкі та посухостійкі сорти амаранту можуть вирощуватися практично в будь-якому регіоні України [13]. Урожайність зерна в різних ґрунтово-кліматичних умовах України коливається в значних межах і може досягати 5,0 т/га [10, 20].

Важливим показником якості є високий вміст білка в зерні амаранту який коливається в діапазоні 11,66–14,47 % [7].

Висока харчова цінність і унікальний хімічний склад зерна амаранту роблять його культурою майбутнього [19]. Необхідно відмітити високу якість олії з амаранту. Цінність амарантової олії полягає в тому, що вона містить сквален (8 %), який у сполученні з токоферолом регулює ліпідний обмін. Амарант вважається "природною біофармацевтичною рослиною [14, 15]. Унікальний склад олії насіння амаранту робить її корисним інгредієнтом у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості [18].

У сучасних системах удобрення значна частина витрат припадає на мінеральні добрива [10, 20]. Для росту і розвитку рослин у найбільшій кількості потрібні азот, фосфор та калій. Проте зустрічаються дуже різні рекомендації щодо норм внесення мінеральних добрив та доцільності застосування тих чи інших елементів живлення.

Вирощування амаранту, як і будь-якої іншої культури, має забезпечувати добрі економічні показники [1, 5]. Це високорентабельна сільськогосподарська культура, відмінний попередник у сівозмінах [11]. Дослідники зазначають, що амарант має економічний потенціал, зумовлений високою ціною реалізації. Встановлено, що найбільшу практичну цінність при вирощуванні на зерно в східній частині Лівобережного Лісостепу України мають сорти: Лєра, Сем і Харківський 1 [2].

За умов високої вартості матеріальних ресурсів важливо всебічно оцінити ефективність як окремих елементів вирощування амаранту, так і технології в цілому. Адже за інтенсифікації технології вирощування для досягнення урожайності на рівні 5,0 т/га зерна амаранту необхідні значні витрати коштів. Вкладені у технологію кошти повинні супроводжуватись збільшенням виробництва продукції, а вартість приросту врожаю чи поліпшення його якості, випереджувати збільшення витрат.

Отже, аналіз наукових публікацій показує доцільність і важливість оцінки економічної ефективності вирощування амаранту, особливо в умовах нестабільності цін на матеріальні ресурси.

Мета дослідження

Мета роботи – з'ясувати економічну ефективність різних норм мінеральних добрив при вирощуванні амаранту в умовах Лісостепу західного. Завдання досліджень – визначити структуру витрат коштів залежно від варіанту удобрення.

Матеріали і методи

Дослідження, які стали основою для встановлення показників економічної ефективності, проводили на дослідному полі Львівського національного університету природокористування на темно-сірому опідзоленому ґрунті в 2019–2021 рр. Згідно схеми досліду вивчали сім норм добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль), $N_{40}P_{20}K_{40}$, $N_{80}P_{40}K_{80}$, $N_{120}P_{40}K_{80}$, $N_{160}P_{60}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{160}$. Польовий дослід проводився у чотириразовій повторності. Загальна площа дослідної ділянки становила 30 м^2, облікова – 20 м^2. Попередник амаранту озима пшениця. Передпосівний обробіток ґрунту проводився на глибину загортання насіння, 1–2 см, за допомогою комбінованого знаряддя *«Компактор»*. Мінеральні добрива вносили згідно схеми дослідження. Фосфорні та калійні добрива вносили восени під оранку. Азотні – навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Висівали сорт Харківський 1 широкорядним способом з міжряддями 45 см, 25 квітня, норма висіву становила 0,8 кг/га. Використовували сівалку *Хорш Пронто 4 ДС.* Насіння перед сівбою протруювали препаратом Кінто Дуо.

Для боротьби з бур'янами застосовували гербіцид Фюзілад Форте. Посіви обприскували двічі інсектицидами Енжіо та Бі-58-новий та фунгіцидом Амістар Екстра. Збирання амаранту проводилося у два етапи: скошування – у фазі повної стиглості насіння в нижній і середній частинах волоті, після підсихання волоті амарант обмолочували. Економічну ефективність встановлювали за загальноприйнятою методикою.

Результати та їх обговорення

Економічну ефективність встановлювали за такими показниками: вартість вирощеної на 1 га продукції, затрати на 1 га, собівартість 1 т зерна, чистий прибуток з 1 га та рівень рентабельності. *Вартість продукції* з 1 га встановлювали з врахуванням цін у 2024–2025 роках за 1 т зерна амаранту. За даними асоціації виробників амаранту [4, 8] закупівельна ціна насіння амаранту становила 25–30 тис грн. Аналіз показує, що вартість продукції з 1 га залежить від рівня врожайності та ціни за 1 т. За ціни 25000 грн вартість продукції у наших дослідженнях на контролі становила 57750 грн,

а за внесення найвищої норми добрив зросла до 122000 грн.

У структурі затрат на технологію вирощування найбільший відсоток займають мінеральні добрива, витрати на пальне та засоби захисту рослин (***рис. 1***).

Рис. 1. Структура витрат на вирощування амаранту за рівня удобрення $N_{200}P_{80}K_{160}$, грн на 1 га

Тому важливо з'ясувати доцільність внесення високих норм мінеральних добрив, використання гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів, встановити які саме елементи технології вирощування забезпечують найкращі показники економічної ефективності.

Витрати на вирощування амаранту у 2023 році становили 15000 грн на га [8]. Загалом витрати на вирощування амаранту в травневих посівах можуть не перевищувати 10 тис грн/га, у післяжнивних – 4 тис грн/га. Враховуючи ціну на насіння від 25 тис грн/т, а також відносну невибагливість культури до умов вирощування та її користь як попередника, економіка її вирощування за урожайності 2 т/га, є досить привабливою [4]. Як вказують інші дослідники, амарант це досить конкурентоспроможна рослинницька продукція [3].

Для встановлення суми затрат на 1 га використовували технологічну схему вирощування амаранту, яка розрахована для варіанту з внесенням найвищої (N200P80K160) норми мінеральних добрив (***табл. 1***).

Таблиця 1

Орієнтовна технологічна схема вирощування амаранту і підрахунок витрат на 1 га за цінами 2025 року

Види робіт	Оплата праці за 1 га	С.-г. техніка	Вартість: пальне, насіння, добрива, пестициди та ін., грн	Амортизація та ін. витр., грн	Всього витрат, грн
Дискування стерні	40	Джон Дір + БДВП-4,2	Пальне: 10л х 60 = 600 грн	250	890
Внесення мінеральних добрив двічі: $P_{80}K_{160}$	40	МТЗ-82 + МВД 900	Амофос: 1,5 ц х 3500 = 5250 грн Хлористий калій: 2,7 ц х 2900 = 7830 грн Пальне: 5л х 2 х 60 = 600 грн	200	13920
Оранка	60	Джон Дір + ПН-4-35	Пальне: 20л х 60 = 1200 грн	200	1460
Культивація, закриття вологи	30	МТЗ-82 +КПС-4	Пальне: 8л х 60 = 480 грн	90	600
Внесення мінеральних добрив: N_{200}	30	МТЗ-82 +МВД 900	Аміачна селітра: 2 ц х 2400 = 4800 грн Карбамід: 2,9 ц х 3300 = 9570 грн Пальне: 5 л х 60 = 300 грн	150	14850
Культивація, загортання добрив	30	МТЗ-82 +КПС-4	Пальне: 8 л х 60 = 480 грн	90	600
Передпосівний обробіток	30	Джон Дір + Компактор	Пальне: 10 л х 60 = 600 грн	90	720
Сівба	50	МТЗ-82 + СН-16	Насіння: 1 кг х 500 = 500 грн Протруйник: Кінто Дуо 2,5 л х 700 = 1750 грн Пальне: 14 л х 60 = 840 грн	300	3440
Внесення гербіциду	30	МТЗ-82+ Харді	Гербіцид: Фюзилад Форте 1,5 л х 1000 = 1250 грн Пальне: 5 л х 60 = 300 грн	200	1780
Перше внесення інсектициду	20		Інсектицид: Енжіо 0,2 л х 1600 = 320 грн Пальне: 5 л х 60 =300 грн	200	840
Внесення Фунгіциду	20	МТЗ-82+ Харді	Фунгіцид: Амістар Екстра 0,5 л х 1000 = 500 грн Пальне: 5 л х 60 = 300 грн	200	1020
Друге внесення і нсектициду	20	МТЗ-82+ Харді	Інсектицид: Бі-58 новий 1 л х 420 = 420 грн Пальне: 5 л х 60 = 300 грн	200	940
Збирання амаранту	100	Сампо-500	Пальне: 25 л х 60 = 1500 грн	400	2000
Відвезення зерна	10	Газ-53	Пальне: 5 л х 60 = 300 грн	50	360
Сушіння зерна	10	Сушарка	Вартість енергії – 500 грн	200	710
Орендна плата за землю			8000 грн		8000
Всього	520		48790	2820	**52130**

Ціни за 1 т добрив взяті наступні: хлористий калій – 29000 грн; амофос – 35000 грн; аміачна селітра – 24000 грн; карбамід – 33000 грн. Найменша сума витрат, з врахуванням орендної плати за землю, була на варіанті без внесення мінеральних добрив – 24683 грн (***табл. 2***).

Таблиця 2

Показники економічної ефективності вирощування амаранту залежно від норм добрив

Норма добрив	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Виробничі затрати на 1 га*, грн	Витрати на добрива на 1 га, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
$N_0P_0K_0$ контроль	2,31	57750	24683	-	10685	33067	134
$N_{40}P_{20}K_{40}$	2,98	74500	30827	6147	10345	43673	142
$N_{80}P_{40}K_{80}$	3,54	88500	36971	12291	10444	51529	139
$N_{120}P_{40}K_{80}$	3,95	98750	39842	15162	10087	58908	149
$N_{160}P_{60}K_{120}$	4,50	112500	45986	21306	10219	66514	145
$N_{200}P_{80}K_{120}$	4,84	121000	50187	25507	10369	70813	141
$N_{200}P_{80}K_{160}$	4,88	122000	52130	27450	10682	69870	134

Примітка: * за цінами станом на 1.01.2024 р.

З внесенням мінеральних добрив витрати на вирощування амаранту значно збільшуються. За норми N200P80K160 вони зросли до 52130 грн, що у два рази вище, ніж на контролі. Витрати на добрива на цьому варіанті зросли до 27450 грн.

У розрахунках до ***табл. 2*** використовували такі показники:

- Вартість хлористого калію (K_{40}) становить: 0,67 ц х 2900 = 1943 грн.
- Вартість карбаміду (N_{40}) становить: 0,87 ц х 3300 = 2871 грн.
- Вартість фосфору (P_{20}) становить: 0,38 ц х 3500 = 1330 грн.
- Вартість добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ становить: 2871 + 1330 + 1943 = 6144 грн.

Незважаючи на дуже високі ціни на добрива та високі норми їх внесення, вирощування амаранту за інтенсивною технологією забезпечувало високі показники економічної ефективності.

Собівартість 1 т зерна амаранту, незважаючи на зростання витрат на технологію вирощування, знаходилась у досить вузькому діапазоні і коливались у межах 10087-10682 грн. Це пояснюється високою ефективністю мінеральних добрив, які забезпечили зростання врожайності з 2,31 т/га до 4,88 т/га, тобто на 2,57 т/га.

Найважливішим показником економічної ефективності вирощування амаранту є *чистий прибуток* з 1 га. Збільшення норми внесення добрив, а отже і суми витрат, повністю компенсовувалось вартістю одержаного додаткового врожаю. Навіть на контролі без добрив чистий прибуток був досить високим і становив 33067 грн/га (***рис. 2***).

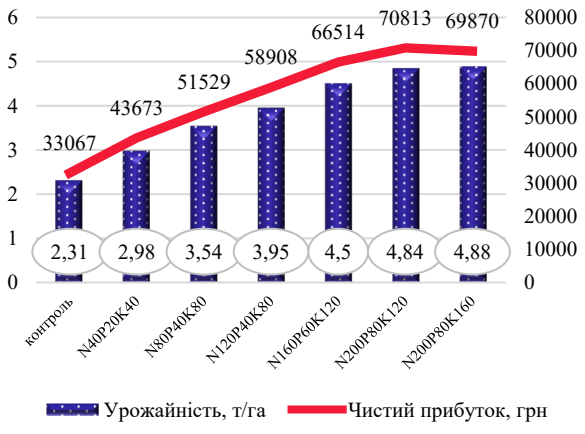

Рис. 2. Чистий прибуток, грн.

Це можна пояснити інтенсифікацією технології вирощування амаранту завдяки внесенню гербіцидів, дворазовим захистом від шкідників та використанням фунгіциду для захисту від ураження хворобами. За внесення норми добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ чистий прибуток зріс на 10606 грн. Подвоєння норми добрив на варіанті з внесенням $N_{80}P_{40}K_{80}$ забезпечило зростання чистого прибутку на 18462 грн. На варіанті з нормою добрив $N_{120}P_{40}K_{80}$ чистий прибуток підвищився на 25841 грн, а за внесення $N_{160}P_{60}K_{120}$ збільшився на 33447 грн. Найбільшим цей показник був на варіанті з внесенням $N_{200}P_{80}K_{120}$, де становив 70813 грн. Збільшення норми калійних добрив на K_{60} на останньому варіанті виявилось економічно неефективним і призвело до зниження чистого прибутку на 943 грн.

Незважаючи на великі витрати на технологію вирощування амаранту, завдяки високому прибутку, рівень рентабельності становив 134–149 %.

Подібні результати одержані також іншими дослідниками. Як зазначає Рижков О. – це культура номер один за рентабельністю [9]. За вирощування в умовах Одеської області марант забезпечує найвищу рентабельність серед усіх польових культур [12]. Сівба амаранту волотистого на зерно широкорядним (45 см) способом з нормою висіву насіння 1,0 кг/га забезпечує одержання найнижчих показників його собівартості (7773 грн/т), найвищого прибутку на одиницю площі (39341 грн/га) за рівня рентабельності зерновиробництва 285,9 % [5].

Висновки

На основі експериментальних матеріалів та проведених розрахунків встановлено, що найвища врожайність (4,88 т/га) формується за норми добрив N200P80K120. На цьому ж варіанті одержали найкращі показники економічної ефективності, чистий прибуток підвищився до 70813 грн. Рівень рентабельності в дослідженнях коливався в межах 134–149 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні економічної ефективності інших елементів технології вирощування амаранту.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Bezuhla, L. (2021). Economic aspect of territorial production of amaranth, hemp and sorgo in Ukraine. *Economy and Society*, 25. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-79
2. Hoptsii, T. I., Lymanska, S. V., & Hudym, O. V. (2022). Prospects for growing amaranth as a niche crop in the eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 11–17. https://doi.org/10.32782/2310-0478-2022-2-11-17
3. Horobets, N. M. (2018). Osoblyvosti upravlinnia biznes-protsesamy v systemi zbutu nishevoi roslynnytskoi produktsii. *Ahrosvit*, 5, 28–34. [in Ukrainian]
4. Duda, O. (2022). Amarant: yak vyroshchuvaty, chym zbyraty ta skilky koshtuie tekhnolohiia? *SuperAgronom.com*. Retrieved from: https://superagronom.com/blog/874-amarant-yak-viroschuvati-chim-zbirati-ta-skilki-koshtuye-tehnologiya [in Ukrainian]
5. Dudka, M. I. (2020). Ahrotekhnolohichni osnovy pidvyshchennia produktyvnosti odnorichnykh kormovykh kultur v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Doctor's thesis*. Derzhavna ustanova Instytut zernovykh kultur, Dnipro [in Ukrainian]
6. Dudka, M. I. (2020). Agrotechnical and economic efficiency of growing of love-lies-bleeding (*Amaranthus paniculatus* L.) for green forage in the northern Steppe of Ukraine. *The Scientific Journal Grain Crops*, 3 (2), 293–304. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0089
7. Kononenko, L. M. (2022). Formation of amaranth productivity as affected by the timing of sowing in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 10 (2). https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270470
8. Makovei, Yu. (2023). Vyroshchuvannia amarantu: pro rentabelnist, perevahy ta nedoliky. *Kurkul – onlain-asystent fermera*. https://kurkul.com/spetsproekty/1416-alternativa-2023-kultura-scho-daye-do-35-000-grn-pributku-z-ga [in Ukrainian]
9. Ryzhkov, O. (2021). Chempion iz rentabelnosti. *Zerno*, 4, 116–117. [in Ukrainian]
10. Tyrus, M. (2022). Productivity of amarant grain depending on the variety and levels of fertilizer. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy*, 26, 77–80. https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.077
11. Tsybulska, S. (2019).Yak znaity svoiu nishu, abo na chomu mozhe zarobyty ukrainskyi fermer. *Propozytsiia*, 6, 30–33. [in Ukrainian]
12. Shcherbakov, V. Ya., Yakovenko, M. T., & Kohut, S. H. (2003). Vyroshchuvaty amarant – ekonomichno vyhidno. *Propozytsiia*, 3, 34–35. [in Ukrainian]
13. Yaniuk, T., & Hriunvald, N. (2022). Amaranth production in ukraine: state and prospects. *Food Resources*, 10 (18), 179–192. https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-18
14. Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). Amaranth. *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*, 439–473. https://doi.org/10.1533/9780857098924.439
15. Weerasekara, A. C., & Waisundara, V. Y. (2020). Amaranth as a Pseudocereal in Modern Times: Nutrients, Taxonomy, Morphology and Cultivation. *Nutritional Value of Amaranth*. https://doi.org/10.5772/intechopen.90927
16. Das, S. (2016). *Amaranthus: A Promising Crop of Future*. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1469-7
17. Gendy, A. N. G. E., Tavarini, S., Conte, G., Pistelli, L., Hendawy, S. F., Omer, E. A., & Angelini, L. G. (2018). Yield and qualitative characterisation of seeds of *Amaranthus hypochondriacus* L. and *Amaranthus cruentus* L. grown in central Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 13 (1), 993. https://doi.org/10.4081/ija.2017.993
18. Nasirpour-Tabrizi, P., Azadmard-Damirchi, S., Hesari, J., & Piravi-Vanak, Z. (2020). Amaranth seed oil composition. *Nutritional Value of Amaranth*. https://doi.org/10.5772/intechopen.91381
19. Topwal, M. A. (2019). Review on amaranth: Nutraceutical and virtual plant for providing food security and nutrients. *Acta Scientific Agriculture*, 3 (1), 9–15. Retrieved from: https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf
20. Tyrus, M., & Lykhochvor, V. (2022). Yielding capacity of amaranth grain (*Amaranthus hypochondriacus*) depending on fertilizers. *Journal of Central European Agriculture*, 23 (4), 800–806. https://doi.org/10.5513/jcea01/23.4.3528

ORCID

M. Tyrus https://orcid.org/0000-0002-9882-9540

2025 Tyrus M. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License http://creativecommons.org/licenses/by/4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.