

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-11

Оригінальна наукова стаття

УДК 582.661.21:631.82

**ЗЕЛЕНА МАСА АМАРАНТУ
ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ****М. Л. Тирусь¹, В. В. Лихочвор¹, Ю. М. Оліфір²**

¹Львівський національний університет природокористування
вул. В. Великого, 1, м. Дубляни,
Львівський р-н, Львівська обл.,
80381

²Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Марія ТИРУСЬ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-9882-9540

Володимир ЛИХОЧВОР,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-0377-6157

Юрій ОЛІФІР,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-7920-1854

Для листування:

Марія ТИРУСЬ
e-mail: tyrusmaria0408@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:
28 грудня 2023 р.
Погоджено до друку:
10 січня 2024 р.

Найдешевшим заміником мінеральних добрив є сидерати, цінність яких залежить від виду вирощуваної культури й кількості зеленої маси, що приорюються. В зоні достатнього зволоження вирощування поживних культур на зелене добриво є особливо перспективне. Амарант є дуже придатним для вирощування на зелене добриво, оскільки не потребує великої кількості вологи для проростання та під час вегетації, має швидкі темпи розвитку, через півтора місяця зацвітає, формує орієнтовно 40 т/га вегетативної маси, багатої на азот. На дослідному полі Львівського національного університету природокористування, на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті проводилися дослідження з вивчення структури врожаю зеленої маси сортів амаранту, призначеної для сидерації. Сорти амаранту відрізнялись за висотою рослин, цей показник змінювався від 162 см до 228 см. Найменшим був сорт Ультра, а найвищим сортом Харківський 1. Вага рослини теж коливалась у значному діапазоні, від 267 г до 419 г. Кількість рослин на м² варіювала в межах 18–21 шт./м². На основі урожайності та вмісту елементів живлення в зеленій масі амаранту було встановлено, що сорт Харківський 1 забезпечував найбільшу врожайність зеленої маси (88 т/га). Найвищий вміст азоту (2,58 %), фосфору (1,04 %) і калію (4,86 %) у зеленій масі був у сорту Студентський. Сорти амаранту з високим рівнем урожайності зеленої маси (48–88 т/га) можуть бути одним з найкращих сидеральних добрив і важливим джерелом надходження елементів живлення в ґрунт (656,3–1505,6).

Ключові слова: фітомаса, амарант, повернення в ґрунт азоту, фосфору, калію.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Тирусь М. Л., Лихочвор В. В., Оліфір Ю. М., 2024

Green mass of amaranth as an alternative of mineral fertilizers

¹Lviv National Environmental University
Volodymyra Velykoho street, 1,
Dubliany, Lviv district, Lviv region,
80381

²Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region,
81115

About authors:

Mariia TYRUS
ORCID: 0000-0002-9882-9540

Volodymyr LYKHOCHVOR
ORCID: 0000-0003-0377-6157

Yurii OLIFIR
ORCID: 0000-0001-7652-4642

For corresponding:

Mariia TYRUS
e-mail: tyrusmariia0408@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:
December 28, 2023
Accepted:
January 10, 2024

The cheapest substitute for mineral fertilizers are siderates, the value of which depends on the type of culture grown and the amount of green mass that was ploughed. In the zone of sufficient moisture, the cultivation of after-the-harvest crops for green manure is particularly promising. Amaranth is very suitable for growing as a green fertilizer, as it does not require a large amount of moisture for germination and during the growing season, has a fast pace of development, blooms after one and a half months, forms approximately 40 t/ha of nitrogen-rich vegetative mass. On the research field of the Lviv National Environmental University, on dark-gray podzolized light-loamy soil, studies were conducted on the structure of the crop of green mass of amaranth varieties intended for sideration. Varieties of amaranth differed in plant height, this indicator varied from 162 cm to 228 cm. The Ultra variety was the smallest, and the Kharkivskyi 1 variety was the tallest. The weight of the plant also varied widely, from 267 g to 419 g. The number of plants per m² varied within 18–21 pcs/m². Based on the yield of green mass and the content of nutrients in amaranth, it was established that the Kharkivskyi 1 amaranth variety provided the highest yield of green mass (88 t/ha). The highest content of nitrogen (2.58 %), phosphorus (1.04 %) and potassium (4.86 %) in the green mass was in the Studentskyi variety. Amaranth varieties with a high level of green mass yield (48–88 t/ha) can be one of the best siderate fertilizers and an important source of nutrient supply to the soil (656.3–1505.6).

Keywords: phytomass, amaranth, returning of nitrogen, phosphorus, potassium to the soil.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons license.

Вступ. Надешевшим заміником мінеральних добрив є сидерати, цінність яких залежить від виду вирощуваної культури й кількості зеленої маси, що приорюється. В зоні достатнього зволоження вирощування поживних культур на зелене добриво є особливо перспективне. Вегетативна маса сидератів є соковита, з високим вмістом води, тому розкладається швидше, ніж підстилковий гній. Також, сидеральні культури поліпшують водний, повітряний та тепловий режими.

Для використання зеленої маси на добрива найбільше підходять дві групи культур: зернобобові – зелена маса яких багата поживними речовинами, а особливо,

азотом; і хрестоцвіті (капустяні), для яких характерний швидкий ріст і висока урожайність зеленої маси.

Зернобобові (горох, вика, люпин, пелюшка, кормові боби) як поживні культури, висіяні у другій половині липня, забезпечують урожайність зеленої маси понад 10 т/га. За весняних строків сівби формується урожайність на рівні 30–50 т/га і вище. За вирощування бобових культур ґрунт збагачується азотом, оскільки симбіотичний азот не витрачається на формування зерна, покращується аерація ґрунту, пригнічуються бур'яни, переходять важкорозчинні форми фосфору та калію у легкодоступні.

Швидкорослі капустяні культури (редька олійна, гірчиця, озимий та ярий ріпак, суріпиця) формують урожайність на рівні 20–30 т/га. Приорювання їх маси збагачує ґрунт органікою, забезпечує фітосанітарну чистку ґрунту та зростання урожайності наступних культур.

На зелені добрива також використовують фацелію, гречку, суданську траву, амарант тощо [15, 30].

На наш погляд амарант є дуже перспективним для вирощування на зелене добриво. Він займає невеликі посівні площі для використання на зерно, і майже не вирощується на зелену масу. Цінність цієї

важливої культури полягає в тому, що амарант не потребує великої кількості вологи для проростання та під час вегетації. Амарант має швидкі темпи розвитку, через півтора місяця зацвітає, формує орієнтовно 40 т/га вегетативної маси, багатої на азот. Завдяки особливій, змішаного типу, кореневій системі амарант є чудовим розпушувачем переуцільненого ґрунту. Має найменшу норму висіву серед сидеральних культур. За даними таблиці 1, амарант переважає щодо надходження елементів живлення, інші культури, які вирощуються на зелене добриво.

1. Орієнтовна кількість поживних речовин у зеленій масі різних культур за весняної сівби і приорювання за укїсної стиглості (за розрахунками М. Тирусь).

Культура	Урожайність зеленої маси, ц/га	Накопичено в загальній біомасі поживних речовин, кг/га			Разом поживних речовин, кг/га
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Горох кормовий	350	150	100	150	400
Вика яра	300	120	60	180	360
Кормові боби	350	130	70	140	340
Люпин однорічний	260	140	60	140	340
Гірчиця біла	250	80	40	90	210
Суріпиця	250	100	40	90	230
Редька олійна	400	140	70	200	410
Фацелія	300	80	50	200	330
Гречка	300	100	65	150	315
Амарант	500	220	40	400	660

Як видно, із зеленою масою рослин у ґрунт повертається значна частина поживних речовин. Розрахунки орієнтовні узагальнені, тому що урожайність та вміст елементів живлення у зеленій масі можуть сильно коливатись залежно від технології вирощування, метеорологічних умов та строків сівби.

Амарант на родючих ґрунтах можна вирощувати без добрив. Завдяки розгалуженій та глибокій кореневій системі він у достатній кількості забезпечує себе макро- та мікроелементами. Його можна використовувати в суміші покривних культур, оскільки він збагачує азотом і зменшує вміст солей у ґрунті [10, 14].

За даними Т. І. Гопцій та ін., амарант, внаслідок сильно розвинутої кореневої

системи, має можливість засвоювати елементи живлення з найглибших горизонтів ґрунту, які є недоступними для більшості зернових культур.

Тому амарант, як культура на зелене добриво, має великий потенціал, особливо, за такої низької норми висіву (1,0–1,5 кг/га). У перерахунку на абсолютно суху речовину, вміст елементів живлення у зеленій масі амаранту виду *A. Hypochondriacus*, знаходиться в межах: 2,20–2,55 % азоту, 0,40–0,51 % фосфору, 3,86–4,80 % калію (табл. 2). Тобто, за приорювання зеленої маси амаранту на рівні 50 т/га (10 т/га сухої маси), в ґрунт повертається приблизно N₂₂₀₋₂₅₅P₄₀₋₅₀K₃₉₀₋₄₈₀. Будь-яка інша покривна культура, навіть зернобобові, не

забезпечують надходження в ґрунт в процесі мінералізації такої кількості елементів живлення [2].

За іншими даними, в 1 т абсолютно сухої речовини вегетативної маси й насіння амаранту вміст азоту становить

30,4–35,4 кг, фосфору – 16,7–18,6 кг, калію 34,8–36,8 кг [9]. Як стверджують Д. Рахметов, Я. Рибалко, для формування урожаю на рівні 10 т/га сухої речовини амарант з ґрунту виносить $N_{150-175}P_{90-100}K_{450-550}Ca_{210-250}Mg_{80-100}$ [12].

2. Вміст елементів живлення у зеленій масі амаранту, % на абсолютно суху речовину

Вид, Сорт	Урожайність зеленої маси, т/га	Вміст елементів живлення			За даними:
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
<i>A. hypochondriacus</i>	55–60	2,20–2,55	0,40–0,51	3,9–4,8	Амарант. Гопцій
<i>A. paniculatus</i> . Сорт Дніпровський 1	25	1,22–1,48	0,50–0,54	2,98–3,12	Дисертація Дудка М. І., 2020. С. 199
<i>A. hybridus</i> Сорт Ультра	вирощування на зерно 28 ц/га	1,6–3,2	0,8–1,6	4,8–9,2	Войташенко Д. П. 2011
Амарант	Немає даних	1,70–1,72	0,50–0,52	2,35–2,36	Shoniyozov B., Ortikov T., 2023
Амарант	26,9	2,47–2,50	0,21	3,17–3,36	Andrusenko V. A., Kuznetsov I. Y., 2015
<i>A. cruentus</i> *	Немає даних	5,2	0,82	4,0	Managa G. M. et al., 2023
<i>A. tricolor</i> L**	Немає даних	12,5–31,9	0,6–1,7	5,9–14,0	Zaman H., 2022
<i>A. caudatus</i>	Немає даних		0,48	8,5	Jimoh M. O., 2020

Примітка: *вміст у листі; **мг на 1 рослину

Вміст мінералів у листі амаранту виду *A. cruentus* у перерахунку на суху масу наступний: азоту – 5,2 %; фосфору – 0,82; калію – 4,0; магнію – 1,7; сірки – 0,56; кальцію – 2,4 % [25].

Вміст калію у сухій масі зерна становив 267,8–473,6 мг/100 г, у вегетативній масі калію 1320–1677 мг/100 г. У зеленій масі вміст білка 13,4–23,3 % [19].

У виду *Amaranthus caudatus* найвищий вміст фосфору (0,60 %) був перед цвітінням і знизився у фазі цвітіння до 0,48 %. Вміст калію був нижчим перед цвітінням (7,9 %) і підвищився у фазі цвітіння до 8,5 % [24]. Подібні результати отримали також інші дослідники. Так, найбільший вміст білка у біомасі амаранту був у період з 80 по 90 день вегетації, тобто у фазах появи суцвіть і початку цвітіння [20].

Найбільше поживних елементів в абсолютно сухій масі амаранту містилося у фазі бутонізації, а саме: загальних форм азоту 2,3–3,2 %, фосфору 1,3–1,6 %, калію 7,1–9,2 %. У подальшому розвитку рослин вміст азоту зменшувався до 1,9–2,5 % у фазу цвітіння та 1,6–2,3 % в період молочно-воскової стиглості амаранту. Найбільшим вмістом загального калію абсолютно суха маса амаранту характеризувалась у фазі бутонізації з поступовим його зниженням у наступних фазах [5].

Вміст азоту, фосфору та калію у різних частинах рослин амаранту відрізнявся і був таким: у зерні було більше азоту N – 2,55–2,58 %, P – 0,44–0,50 %, K – 1,12–1,15 %. У надземній масі було значно менше азоту, але у два рази більше калію N – 1,70–1,72 %, P – 0,50–0,52 %, K – 2,35–2,36 %. Поживні рештки амаранту містили N – 1,54–1,59 %, P – 0,53–0,56 %, K – 2,33–

2,36 %. У кореневій системі виявили найменше азоту: N – 1,17–1,21 %, P – 0,60–0,62 %, K – 1,85–1,87 % [31].

У виду *A. cruentus* сорту Giganteus вміст азоту в фітомасі (стебла, листя, суцвіття) становить 1,65 % [26].

Амарант містить значну кількість калію [35] та фосфору [23].

Важливо враховувати високу врожайність вегетативної маси амаранту. Так, навіть у посушливих умовах Дніпропетровської області урожайність зеленої маси амаранту становила 31,8 т/га, а в перерахунку на суху речовину 6,11 т/га [8]. Амарант дуже привабливе джерело фітомаси через високу врожайність, навіть за несприятливих умов [26]. На осушених торфових ґрунтах Сарненської дослідної станції Рівненської обл. урожайність

зеленої маси становила 40–50 т/га [11]. Урожайність біомаси може становити від 100 до 200 т/га [17]. Потенціал урожайності зеленої маси може досягати навіть до 250 т/га [16].

Найвища врожайність зеленої маси амаранту була за сівби 15 червня, залежно від способу сівби – 91 та 95 т/га, що значно вище порівняно з строками сівби 25 травня та 5 червня. Це можна пояснити тим, що амарант належить до рослин короткого світлового дня і в умовах Лісостепу західного забезпечував інтенсивне наростання фітомаси [21].

Відзначається, що подовженню продуктивного процесу та накопиченню в надземній масі N, P, K сприяє комплексна взаємодія зрошення і застосування розрахункової норми добрив (табл. 3) [4].

3. Кількість елементів живлення, що повертаються у ґрунт із зеленою/сухою масою амаранту

Вид, Сорт	Урожайність зеленої/сухої маси, т/га	Елементів живлення, кг д. р. на 1 га				За даними:
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Разом NPK	
Вид <i>A. hypochondriacus</i>	60/12	255	48	480	783	Амарант. Гопцій
<i>A. paniculatus</i> . Сорт Дніпровський 1	25/5	74	25	150	249	Дудка М. І., 2020. С. 199.
Сорт Ультра 2003–2005 рр.	-/7	216	108	567	891	Войташенко Д. П., 2005
Сорт Ультра 2006–2008 рр.	вирощування на зерно 28 ц/га	216	117	677	1010	Войташенко Д. П., 2011
Амарант	26,9	143	12	193	348	Andrusenko V. A., Kuznetsov I. Y., 2015

Кількість елементів живлення що повертаються у ґрунт залежить від фази росту, рівня врожайності та вмісту елементів живлення у зеленій масі. Максимальне накопичення азоту – 215,9 кг/га, зафіксовано в період молочно-воскової стиглості, фосфору та калію – 117,1 і 677,4 кг/га, відповідно, у фазу цвітіння [5]. Підвищені норми мінеральних добрив забезпечують збільшення вмісту NPK у зеленій масі [18].

Зустрічаються дані, що амарант має нітрофільні властивості, тобто може формувати велику біомасу в стресово-нижких, для більшості рослин, дозах азоту в ґрунті [13].

Також результати досліджень свідчать про те, що *Amaranthus hypochondriacus* менш вимогливий до умов вирощування, порівняно з іншими білковими культурами. Його можна вирощувати на засоленних ґрунтах, там де традиційні культури не ростуть,

зменшуючи споживання води та використовуючи для поливу солону воду [25].

В ґрунтово-кліматичних умовах України амарант на зелене добриво можна вирощувати також як післяжнивну культуру. Важлива цінність амаранту полягає у його здатності відновлення та збереження родючості ґрунтів. Має кореневу систему, що здатна заглиблюватися до 7 м і підтягувати елементи живлення в орний шар для використання наступними культурами сівозміни. Є добрим компонентом сумішей покривних культур у післяжнивних посівах, забезпечуючи живленням ґрунтову біоту аж до приморозків. Амарант добре росте на бідних ґрунтах (пісках Херсонської обл.), залишає після себе багато азоту (в листі може бути до 47 % білка). Він також здатний розсолювати слабозасолені ґрунти [9].

Вирощування амаранту сприяє покращенню родючості ґрунту. Його можна розглядати як цінне зелене добриво [22]. Залишки рослинної маси амаранту можуть підвищувати урожайність наступних культур [34]. А також, має зв'язок з азотфіксуючими бактеріями, збагачує ґрунт азотом [6]. Під впливом вирощування амаранту зростає біологічна активність ґрунту [32].

Амарант є дуже добрим попередником для всіх сільськогосподарських культур, оскільки залишає після себе багато надземної й підземної маси, збагачує ґрунт органічною речовиною. Рослинні рештки амаранту дуже багаті на азот, після нього залишається більше азоту, ніж після гороху, сої та інших бобових культур [1, 16].

За даними [27], використання зеленої маси амаранту, який висівали 21 липня як проміжну культуру, було рівноцінним внесенню гною у нормі 40 т/га.

Низка авторів зазначають, що амарант є перспективною культурою для рекультивації ґрунтів з низьким рівнем

родючості, добрим попередником, фітомеліорантом. [13].

Так, Xiaoying Cui et al стверджують, що амарант є цінною культурою для фітореMediaції забруднених кадмієм ґрунтів. Є дані, що амарант (*Amaranthus Hypochondriacus* L.) акумулює кадмій (Cd) так, як йому властивий швидкий ріст, накопичення великої біомаси, легкий у культивуванні та має високу адаптивність до навколишнього середовища [29]. Про придатність амаранту для фітоекстракції (фітореMediaції) кадмію і свинцю зазначають також інші дослідники [18, 21].

Концентрація важких металів (Cd, Pb, Zn, Cu) у фітомасі амаранту сортів Геліос, Кремовий ранній та Стерх зростає з підвищенням норми удобрення до N₉₀P₉₀K₉₀ [3].

ФітореMediaція нафтозабруднених земель здійснюється шляхом вирощування амаранту [33].

Завданням досліджень передбачалось вивчення структури врожаю сортів амаранту. Зелена маса не використовувалась для годівлі сільськогосподарських тварин, а її призначення було – сидерація. На основі урожайності зеленої маси та вмісту елементів живлення в амаранті необхідно було встановити кількість азоту, фосфору та калію що повертаються в ґрунт і встановити цінність амаранту для використання на зелене добриво.

Матеріали і методи. Дослідження проводились на дослідному полі Львівського національного університету природокористування. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, який характеризувався такими показниками: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 2,10 %, рН – 6,08, легкогідралізований азот – 110 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за методом Чирикова) – 128 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію (за Чириковим) – 114 мг/кг ґрунту,

Гідротермічні умови відрізнялися від середніх багаторічних даних. Було тепліше і випало більше опадів. У 2019 р. середня температура за вегетаційний період

становила 16,1 °С, що на 1,3 °С вище від багаторічних даних. У 2020 р. ці показники були відповідно 15,3 °С та 0,5 °С, у 2021 р. 14,8 °С що відповідало середнім багаторічним даним. У 2019 р. за вегетаційний період випало на 53 мм вище норми, у 2020 р. – на 129 мм, у 2021 – на 73 мм.

Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводились у трьох разовому повторенні. Встановлювали урожайність біомаси для шести сортів амаранту: Студентський, Харківський 1, Лера, Ультра, Ацтек, Сем.

Технологія вирощування у досліді була такою. Попередник амаранту озима пшениця. Після збирання попередника поле дискували й проводили зяблеву оранку. Навесні обробіток ґрунту полягав у закритті вологи, 2 культивацій та передпосівного обробітку ґрунту за допомогою комбінованого знаряддя Lemken System-Компактор К.

Фосфорно-калійні добрива Р₈₀К₁₂₀ вносили під оранку. Азотні N₂₀₀ – навесні

під передпосівний обробіток ґрунту. Сіяли широкорядним способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см. Використовували сівалку Хорш Пронто 4 ДС. Строк сівби 20 травня, норма висіву 1,2 кг/га. Для боротьби з бур'янами використовували міжрядні обробітки та гербіцид Фюзилад Форте (1,0 л/га). Приорювали біомасу за досягнення укісної стиглості у фазі цвітіння.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Excel і «Statistica 6.0».

Результати досліджень. Сорти амаранту відрізнялись за висотою рослин, цей показник змінювався від 162 см до 228 см. Найменшим був сорт Ультра, а найвищий сорт Харківський 1 (табл. 4). Вага рослини теж коливалась у значному діапазоні, від 267 г до 419 г. Кількість рослин на м² варіювала в межах 18–21 шт./м². За результатами кореляційного аналізу, урожайність надземної біомаси мала прямий кореляційний зв'язок з висотою рослин, $r = 0,99$.

4. Елементи структури врожаю сортів амаранту*, середнє за 2019-2021 рр.

Сорт	Висота рослини, см	Вага однієї рослини, г	Кількість рослин на час заорювання, шт./м ²	Урожайність зеленої маси, кг/м ²
Студентський <i>A. hypochondriacus</i>	195	355	20	7,1
Харківський 1 <i>A. hypochondriacus</i>	228	419	21	8,8
Лера <i>A. hypochondriacus</i>	204	385	20	7,7
Ультра <i>A. hybridus</i> .	162	267	18	4,8
Ацтек <i>A. cruentus</i>	174	279	19	5,3
Сем <i>A. hypochondriacus</i>	198	411	18	7,4

Примітка: * – на фоні N₂₀₀P₈₀K₁₂₀

Високі норми мінеральних добрив, особливо азотних, забезпечували добрий стартовий ріст і інтенсивне наростання біомаси амаранту, внаслідок чого одержали високу врожайність досліджуваних сортів. Необхідно зазначити, що урожайність маси амаранту могла бути значно вищою за умови більш тривалої вегетації культури. Урожайність зеленої маси була найменшою (48 т/га) у низькорослого сорту Ультра (табл. 5), і лише на 5 т/га була вища врожайність

сорту Ацтек. Решта сортів формували значно більшу біомасу. Так, у сортів Студентський, Сем та Лера урожайність була, відповідно 71, 74, 77 т/га, що більше порівняно з сортом Ультра на 23, 26, 29 т/га. Найвищу врожайність (88 т/га) у середньому за три роки формував високорослий сорт Харківський 1. Порівняно з сортом Ультра урожайність у нього зросла на 40 т/га, або на 83,3 %.

5. Урожайність зеленої маси амаранту залежно від сорту, т/га

Сорти	Роки			Середнє за роки	Приріст урожаю	
	2019	2020	2021		т/га	%
Ультра (стандарт)	46	51	47	48	-	-
Студентський	69	74	70	71	23	47,9
Харківський 1	86	92	86	88	40	83,3
Лера	74	81	76	77	29	60,4
Ацтек	51	55	53	53	5	10,4
Сем	71	78	73	74	26	54,2
НР _{0,5} , т/га	1,0	1,1	1,5			

Найвища врожайність зеленої маси одержали у 2021 р., що пояснюється більшою кількістю опадів і сприятливим температурним режимом. Найменша врожайність 2019 р. пояснюється

зменшенням кількості опадів, порівняно з наступними роками.

Вміст вологи у зеленій масі сортів амаранту у фазі цвітіння був на рівні 78 %. Урожайність сухої маси подано в таблиці 6.

6. Урожайність сухої маси сортів амаранту, середнє за 2019–2021 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст	
		т/га	%
Ультра (стандарт)	10,6	–	–
Студентський	15,6	5,0	47,2
Харківський 1	19,4	8,8	83,0
Лера	16,9	6,3	59,4
Ацтек	11,7	1,1	10,4
Сем	16,3	5,7	53,8

Аналіз зеленої маси сортів амаранту показав що є значні відмінності залежно від сорту (табл. 7). Вміст азоту коливався в межах 1,25–2,58 %, фосфору – 0,51–1,04 %,

калію – 3,85– 4,86 %. Найбільшим вмістом елементів живлення характеризувався сорт Студентський – 8,48 %.

7. Вміст елементів живлення в сортах амаранту, % на абсолютно суху речовину

Сорти	Елементи			Разом NPK	Приріст	
	N	P	K		% на а. с. р.	%
Ультра	1,37	0,57	4,38	6,32	–	–
Студентський	2,58	1,04	4,86	8,48	2,16	34,2
Харківський 1	2,17	0,75	4,53	7,45	1,13	17,9
Лера	1,53	0,90	4,84	7,27	0,95	15,0
Ацтек	1,25	0,51	3,85	5,61	-0,71	-11,2
Сем	1,62	0,70	4,43	6,75	0,43	6,8

Використання зеленої маси амаранту як сидерату дозволяє підвищувати родючість ґрунту внаслідок повернення в ґрунт значної кількості NPK (табл. 8).

Так, в ґрунт повертається від 145,2 до 421,0 кг азоту, 59,7–162,2 кг фосфору та

450,4–939,1 кг калію. Найбільша (1505,6 кг) кількість NPK надходила в ґрунт з вегетативною масою сорту амаранту Харківський 1.

8. Повернення (надходження) елементів живлення в ґрунт з зеленою масою амаранту, кг

Сорти	Елементи			Разом NPK	Приріст	
	N	P	K		кг/га	%
Ультра (стандарт)	145,2	60,4	464,4	670,0	–	–
Студентський	402,5	162,2	758,2	1322,9	653	97,4
Харківський 1	421,0	145,5	939,1	1505,6	836	124,7
Лера	258,6	152,1	818,0	1228,7	559	83,4
Ацтек	146,2	59,7	450,4	656,3	-14	-2,0
Сем	264,1	114,1	722,1	1100,3	430	64,2

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного за норми мінеральних добрив $N_{200}P_{80}K_{120}$ доцільно вирощувати амарант як сидеральну культуру. Зокрема, сорт Харківський 1 забезпечив найвищі показники висоти (228 см) і ваги рослини (419 г) за врожайності зеленої маси (88 т/га).

На основі урожайності зеленої маси та вмісту елементів живлення в амаранті встановлено, що найвищий вміст азоту

(2,58 %), фосфору (1,04 %) і калію (4,86 %) у зеленій масі був у сорту Студентський.

Відзначено, що сорти амаранту з високим рівнем урожайності зеленої маси (48-88 т/га) можуть бути одним з найкращих сидеральних добрив і важливим джерелом надходження елементів живлення в ґрунт (656,3–1505,6). Найбільша (1505,6 кг) кількість NPK надходила в ґрунт з вегетативною масою сорту амаранту Харківський 1.

Список використаної літератури

1. Амарант – золотоносна рослина для ланів України. *Agro News*. URL: agronews.ua/news/amarant-zolotonosna-roslyna-dlia-landiv-ukrainy/ (дата звернення: 05.12.2023).
2. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування : монографія / Т. І. Гопцій та ін. Харків : ХНАУ. 2018. 362 с.
3. Вишнівський П. С., Кравчук Т. В. Вміст важких металів у фітомасі амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник: землеробство, рослинництво, овочівництво та багтанництво*. 2022. 128. 52–57. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.7>.
4. Войташенко Д. П. Вплив зрошення та мінеральних добрив на хімічний склад рослин амаранту. *Зрошуваче землеробство*. 2011. 56. С. 157–163.
5. Войташенко Д. П. Вплив умов зволоження та рівня мінерального живлення на врожайність зерна амаранту в умовах південного Степу. *Зрошуваче землеробство*. Херсон : Айлант. 2005. Вип. 44. С.45–49.
6. Дуда О., Капштик М. Ключові елементи вирощування амаранту. Пропозиція. 2021. <https://propozitsiya.com/ua/klyuchovi-elementy-tehnologiyi-vyroschuvannya-amarantu> (дата звернення: 03.03.2023).
7. Дудка М. І. Агротехнічна і економічна ефективність вирощування амаранту волотистого (*Amaranthus paniculatus* L.) на зеленій корм в

References

1. Amaranth is a gold-bearing plant for the Ukrainian fields. *Agro News*. URL: agronews.ua/news/amarant-zolotonosna-roslyna-dlia-landiv-ukrainy/ (date of access: 05.12.2023).
2. Amaranth: selection, genetics and growing prospects : a monograph / T. I. Goptsiy et al. Kharkiv : KHNAU. 2018. 362 p.
3. Vyshnivskiy P. S., Kravchuk T. V. The content of heavy metals in amaranth phytomass when grown in the conditions of Polissia of Ukraine. *Tavriyskiy naukovyi visnyk: zemlerobstvo, roslynnytstvo, ovochivnytstvo ta bashtannytstvo*. 2022. 128. 52–57. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.7>
4. Voitashenko D. P. The influence of irrigation and mineral fertilizers on the chemical composition of amaranth plants. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2011. 56. P. 157–163.
5. Voitashenko D. P. The influence of moisture conditions and the level of mineral nutrition on the yield of amaranth grain in the conditions of the southern Steppe. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson : Ailant. 2005. Issue 44. P. 45–49.
6. Duda O., Kapshtyk M. Key elements of amaranth cultivation. *Propozitsiya*. 2021. <https://propozitsiya.com/ua/klyuchovi-elementy-tehnologiyi-vyroschuvannya-amarantu> (date of access: 03.03.2023).
7. Dudka M. I. Agrotechnical and economic efficiency of growing paniced amaranth (*Amaranthus paniculatus* L.) for green fodder in the northern Steppe

північному Степу України. *Зернові культури*. Дніпро, 2019. Т. 4. № 2. С. 293–304.

8. Дудка М. І. Агротехнологічні основи підвищення продуктивності однорічних кормових культур в північному Степу України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Дніпро, 2020. 480 с.

9. Лебідь Л. В Україні понад 50 підприємств займаються переробкою амаранту. Найпоширеніший продукт – олія. <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/v-ukrajini-ponad-50-pidpriemstv-zaumayutsya-pererobkoju-amarantu-nauposhirenishiy-produkt-oliya> (дата звернення: 11.11.2023).

10. Маковей Ю. Вирощування амаранту: про рентабельність, переваги та недоліки. *Куркуль – онлайн-асистент фермера*. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1416-alternativa-2023-kultura-scho-daye-do-35-000-grn-pributku-z-ga> (дата звернення: 12.11.2023).

11. Основні технологічні параметри вирощування високопродуктивних кормових культур на осушуваних землях гумідної зони України / Г. В. Воропай та ін. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 89–100. DOI: 10.31073/mivg202002-261.

12. Рахметов Д., Рибалко Я. Амарант знову нагадує про себе. *Пропозиція*. 2005. № 1. С. 52–53.

13. Резніченко В. П., Андрієнко О. О., Васильковська К. В. Нові виклики часу – пластичні культури для зони ризикованого землеробства. *Topical aspects of modern science and practice*. Abstracts of I International scientific and practical conference, 21-24 September. Frankfurt am Main, Germany. 2020. С. 41–44. DOI: 10.46299/isg.2020.II.1.

14. Ронська Н. Рослини-сидерати в землеробстві: як підвищити родючість ґрунту за допомогою амаранту? *Асоціація виробників амаранту та амарантової продукції*. URL: <https://amaranth-association.com/roslini-siderati-v-zemlerobstvi-amarant/> (дата звернення: 05.12.2023).

15. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства : монографія / Я. Цицюра та ін. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 770 с.

16. Цибульська С. Як знайти свою нішу, або на чому може заробити український фермер. *Пропозиція*. 2019. № 6. С. 30–33.

17. Biogas production from amaranth biomass / V. Sitkey et al. *Acta Regionalia et Environmentalica*. 2013. Vol. 10, No 2. P. 59–62. DOI: 10.2478/aree-2013-0013.

18. Bosiacki M., Kleiber T., Kaczmarek J. Evaluation of Suitability of *Amaranthus Caudatus* L. and *Ricinus Communis* L. in Phytoextraction of Cadmium and Lead from Contaminated Substrates. *Archives of environmental protection*. 2013. 39. 3. 47–59. DOI: 10.2478/aep-2013-0022.

19. Chemical and mineral composition of amaranth (*Amaranthus* L.) species collected from central Malawi

of Ukraine. *Zernovi kultury*. Dnipro, 2019. V. 4. No 2. P. 293–304.

8. Dudka M. I. Agrotechnological bases of increasing the productivity of annual forage crops in the northern Steppe of Ukraine : dys. dokt. s.-h. nauk 06.01.09 – roslinnytstvo. Dnipro, 2020. 480 p.

9. Lebid L. In Ukraine, more than 50 enterprises are engaged in amaranth processing. The most common product is oil. <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/v-ukrajini-ponad-50-pidpriemstv-zaumayutsya-pererobkoju-amarantu-nauposhirenishiy-produkt-oliya> (date of access: 11.11.2023).

10. Makovei Yu. Growing amaranth: about profitability, advantages and disadvantages. *Kurkul – online-asistent fermeru*. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1416-alternativa-2023-kultura-scho-daye-do-35-000-grn-pributku-z-ga> (date of access: 12.11.2023).

11. The main technological parameters of growing high-yielding forage crops on the drained lands of the humid zone of Ukraine / H. V. Voropai et al. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2020. No 2. P. 89–100. DOI: 10.31073/mivg202002-261.

12. Rakhmetov D., Rybalko Ya. Amaranth reminds of itself again. *Propozytsiia*. 2005. No 1. P. 52–53.

13. Reznichenko V. P., Andriienko O. O., Vasytkovska K. V. New challenges of the time – plastic crops for the zone of risky agriculture. *Topical aspects of modern science and practice*. Abstracts of I International scientific and practical conference, 21-24 September. Frankfurt am Main, Germany. 2020. P. 41–44. DOI: 10.46299/isg.2020.II.1.

14. Ronska N. Siderate plants in agriculture: how to increase soil fertility with amaranth? *Asotsiatsiia vyrobnykiv amaranthu ta amarantovoi produktsii*. URL: <https://amaranth-association.com/roslini-siderati-v-zemlerobstvi-amarant/> (date of access: 05.12.2023).

15. Sideration as a basic component of biologization of modern farming systems : monograph / Ya. H. Tsytsiura et al. Vinnytsia : TOV «Druk», 2022. 770 p.

16. Tsybul'ska S. How to find your niche, or what a Ukrainian farmer can earn. *Propozytsiia*. 2019. No 6. P. 30–33.

17. Biogas production from amaranth biomass / V. Sitkey et al. *Acta Regionalia et Environmentalica*. 2013. Vol. 10, No 2. P. 59–62. DOI: 10.2478/aree-2013-0013.

18. Bosiacki M., Kleiber T., Kaczmarek J. Evaluation of Suitability of *Amaranthus Caudatus* L. and *Ricinus Communis* L. in Phytoextraction of Cadmium and Lead from Contaminated Substrates. *Archives of environmental protection*. 2013. 39. 3. 47–59. DOI: 10.2478/aep-2013-0022.

19. Chemical and mineral composition of amaranth (*Amaranthus* L.) species collected from central Malawi / N. Kachiguma, W. Mwase, M. Maliro, A. Damaliphetsa. *J. Food Res.* 2015, 4 (4), 92–101. DOI: 10.5539/jfr.v4n4p92.

- / N. Kachiguma, W. Mwase, M. Maliro, A. Damaliphetsa. *J. Food Res.* 2015, 4 (4), 92–101. DOI: 10.5539/jfr.v4n4p92.
20. Chemical Composition of the Above-ground Biomass of *Amaranthus cruentus* and *A. Hypochondriacus* / B. Písařiková et al. *Acta Veterinaria Brno.* 2006. Vol. 75, No 1. P. 133–138. DOI: 10.2754/avb200675010133.
21. Chidozie Ogwu M. Value of *Amaranthus* L. Species in Nigeria. In *Nutritional Value of Amaranth*; Intech Open: London, UK. 2020. P. 1–22. DOI: 10.5772/intechopen.86990.
22. Effects of Cowpea-Amaranth Intercropping and Fertiliser Application on Soil Phosphatase Activities, Available Soil Phosphorus, and Crop Growth Response / B. Mndzebele et al. *Agronomy.* 2020. Vol. 10, No 1. P. 79. DOI: 10.3390/agronomy10010079.
23. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L. for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years / S. Shukla et al. *Euphytica.* 2006. Vol. 151, No 1. P. 103–110. DOI: 10.1007/s10681-006-9134-3.
24. Jimoh M. O., Afolayan A. J., Lewu F. B. Nutrients and antinutrient constituents of *Amaranthus caudatus* L. Cultivated on different soils. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 2020. Volume 27. Issue 12. 3570–3580. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.07.029.
25. Managa G. M., Nemadodzi L. E. Comparison of Agronomic Parameters and Nutritional Composition on Red and Green Amaranth Species Grown in Open Field Versus Greenhouse Environment. *Agriculture.* 2023. 13 (3). 685. DOI: 10.3390/agriculture13030685.
26. Multifunctional use of amaranth phytomass for industry and energy / J. Vígl'aský et al. Amaranth – plant for the future : 5th international symposium of the European Amaranth Association : Nitra, November 9–14, 2008, Slovak Republic. 84–91.
27. Phacelia and amaranth catch crops in sweet corn cultivation part in corn yields / R. Rosa et al. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus.* 2012. 11 (1). 145–159.
28. Phytoremediation of cadmium contaminated soils by *Amaranthus Hypochondriacus* L. : The effects of soil properties highlighting cation exchange capacity / Cui Xiaoying et al. *Chemosphere.* 2021. Vol. 283. P. 131067. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.131067.
29. Pulvento, C.; Sellami, M. H.; Lavini, A. Yield and quality of *Amaranthus hypochondriacus* grain amaranth under drought and salinity at various phenological stages in southern Italy. *J. Sci. Food Agric.* 2022, 102 (12), 5022–5033. DOI: 10.1002/jsfa.11088.
30. Response of Growth, Biomass Production and Nutrient Uptake of Red Amaranth (*Amaranthus Tricolor* L.) To Various Organic Manures and Chemical Fertilizers / H. Zaman et al. *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management.* 2022. Vol. 7. No 2. P. 73–82. DOI: 10.3329/jbcbm.v7i2.60152.
31. Shoniyozov B., Ortikov T. Influence of doses of nitrogen fertilizers on the chemical composition of amaranth plants. International scientific-online conference. Academic research in modern science. 2023. 2. 3. 136–139. DOI: 10.5281/zenodo.7593488.
20. Chemical Composition of the Above-ground Biomass of *Amaranthus cruentus* and *A. Hypochondriacus* / B. Písařiková et al. *Acta Veterinaria Brno.* 2006. Vol. 75, No 1. P. 133–138. DOI: 10.2754/avb200675010133.
21. Chidozie Ogwu M. Value of *Amaranthus* L. Species in Nigeria. In *Nutritional Value of Amaranth*; Intech Open: London, UK. 2020. P. 1–22. DOI: 10.5772/intechopen.86990.
22. Effects of Cowpea-Amaranth Intercropping and Fertiliser Application on Soil Phosphatase Activities, Available Soil Phosphorus, and Crop Growth Response / B. Mndzebele et al. *Agronomy.* 2020. Vol. 10, No 1. P. 79. DOI: 10.3390/agronomy10010079.
23. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L. for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years / S. Shukla et al. *Euphytica.* 2006. Vol. 151, No 1. P. 103–110. DOI: 10.1007/s10681-006-9134-3.
24. Jimoh M. O., Afolayan A. J., Lewu F. B. Nutrients and antinutrient constituents of *Amaranthus caudatus* L. Cultivated on different soils. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 2020. Volume 27. Issue 12. 3570–3580. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.07.029.
25. Managa G. M., Nemadodzi L. E. Comparison of Agronomic Parameters and Nutritional Composition on Red and Green Amaranth Species Grown in Open Field Versus Greenhouse Environment. *Agriculture.* 2023. 13 (3). 685. DOI: 10.3390/agriculture13030685.
26. Multifunctional use of amaranth phytomass for industry and energy / J. Vígl'aský et al. Amaranth – plant for the future : 5th international symposium of the European Amaranth Association : Nitra, November 9–14, 2008, Slovak Republic. 84–91.
27. Phacelia and amaranth catch crops in sweet corn cultivation part in corn yields / R. Rosa et al. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus.* 2012. 11 (1). 145–159.
28. Phytoremediation of cadmium contaminated soils by *Amaranthus Hypochondriacus* L. : The effects of soil properties highlighting cation exchange capacity / Cui Xiaoying et al. *Chemosphere.* 2021. Vol. 283. P. 131067. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.131067.
29. Pulvento, C.; Sellami, M. H.; Lavini, A. Yield and quality of *Amaranthus hypochondriacus* grain amaranth under drought and salinity at various phenological stages in southern Italy. *J. Sci. Food Agric.* 2022, 102 (12), 5022–5033. DOI: 10.1002/jsfa.11088.
30. Response of Growth, Biomass Production and Nutrient Uptake of Red Amaranth (*Amaranthus Tricolor* L.) To Various Organic Manures and Chemical Fertilizers / H. Zaman et al. *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management.* 2022. Vol. 7. No 2. P. 73–82. DOI: 10.3329/jbcbm.v7i2.60152.
31. Shoniyozov B., Ortikov T. Influence of doses of nitrogen fertilizers on the chemical composition of amaranth plants. International scientific-online conference. Academic research in modern science. 2023. 2. 3. 136–139. DOI: 10.5281/zenodo.7593488.

conference. Academic research in modern science. 2023. 2. 3. 136–139. DOI: 10.5281/zenodo.7593488.

32. Skwaryło-Bednarz B. Ocena właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłatu (*Amaranthus cruentus L.*). *Acta Agrophysica*. 2008. 12 (2) : 527–534.

33. Soil toxicity reduction by phytoindicators / S. A. Bekuzarova et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. No 4. P. 042100. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042100.

34. Tejada-Sartorius O., Vaquera-Huerta H. & Cadena-Iñiguez J. Effect of amaranth residues (*Amaranthus hypochondriacus L.*) on weed control and yield of radish, onion and carrot. *Spanish J. of Agric. Res.* 2011. 9 (1). 284–295. DOI: 10.5424/sjar/20110901-040-10.

35. Underutilization Versus Nutritional-Nutraceutical Potential of the Amaranthus Food Plant : A Mini-Review / O. N. Ruth et al. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, No 15. P. 6879. DOI: 10.3390/app11156879.

32. Skwaryło-Bednarz B. Ocena właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłatu (*Amaranthus cruentus L.*). *Acta Agrophysica*. 2008. 12 (2) : 527–534.

33. Soil toxicity reduction by phytoindicators / S. A. Bekuzarova et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. No 4. P. 042100. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042100.

34. Tejada-Sartorius O., Vaquera-Huerta H. & Cadena-Iñiguez J. Effect of amaranth residues (*Amaranthus hypochondriacus L.*) on weed control and yield of radish, onion and carrot. *Spanish J. of Agric. Res.* 2011. 9 (1). 284–295. DOI: 10.5424/sjar/20110901-040-10.

35. Underutilization Versus Nutritional-Nutraceutical Potential of the Amaranthus Food Plant : A Mini-Review / O. N. Ruth et al. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, No 15. P. 6879. DOI: 10.3390/app11156879.