

БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ФІТОМАСИ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

КРАВЧУК-ОБОДЗІНСЬКА Т.В. – аспірант

orcid.org/0000-0002-1898-2837

Державний університет «Житомирська політехніка»

Постановка проблеми. Вирощування амаранту має важливе значення для сталого розвитку продовольчої безпеки, сільського господарства, а також збереження природних ресурсів, що робить дану культуру дуже актуальною у світі. Сучасні дослідження біохімічного складу фітомаси амаранту є важливими враховуючи його багатofункціональність та значні перспективи для використання як у харчовій промисловості, так і в сільськогосподарській та медичній сферах [1].

Фітомаса амаранту є безцінним джерелом вітамінів, білків, мінералів та антиоксидантів. Він має велику кількість незамінних амінокислот (зокрема лізину) що є важливим для людського організму. Дослідження біохімічного складу фітомаси амаранту допоможе краще вивчити її харчову цінність і можливі шляхи застосування в раціонах харчування [2, с. 110-113].

Амарант є рослиною стійкістю до посухи та хвороб, що також робить його перспективною сільськогосподарською культурою для вирощування в регіонах з несприятливими кліматичними умовами. Дослідження біохімічного складу фітомаси також допоможе оптимізувати агротехнології вирощування даної рослини та підвищити її врожайність.

У світі збільшується попит на нові високоефективні сільськогосподарські культури. Амарант є перспективною альтернативою традиційним злаковим культурам, оскільки має значно кращу стійкість до екстремальних погодних умов і дає більші врожаї в несприятливих кліматичних умовах [3, с. 3-6]. Завдяки високій харчовій цінності амаранту, попит на дану культуру збільшується не тільки у харчовій промисловості, але й у косметологічній та фармацевтичній. Вирощування амаранту може стати важливою галуззю для розвитку аграрного бізнесу [4, с. 25].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні дослідження фітомаси та насіння підтверджують високу цінність амаранту як універсальної сільськогосподарської культури, яка має величезний потенціал для вирішення проблем продовольчої та енергетичної безпеки [5, с. 22-29]. Також дослідження вказують, що різні сорти амаранту мають відмінності у вмісті поживних речовин. Сорти можуть відрізнятися за вмістом білка, кількістю мінералів та жирів. Науковці відзначають, що певні сорти є більш перспективними для харчової промисловості, інші сорти – для використання як кормових культур або для виробництва біопалива [6, с. 14–23].

Результати досліджень свідчать, що **білковий склад** залежить від генетичних особливостей сорту амаранту. Деякі сорти можуть містити до 16-18 % білка, що є досить високим показником порівняно з іншими зерновими культурами [7, 8].

Агрохімічні дослідження свідчать, що системи удобрення мають значний вплив на вміст основних поживних речовин у фітомасі амаранту. Використання різних видів добрив, зокрема органічних, мінеральних та органо-мінеральних систем, позитивно впливає на склад фітомаси: **органічні добрива** збільшують вміст білків і вуглеводів, а також поліпшують якість фітомаси, **мінеральні добрива покращують** вміст мікроелементів (залізо та кальцій) та вітамінів, тоді як **органомінеральні системи** добрив сприяють збільшенню врожайності та покращенню хімічного складу рослин.

Мета досліджень. Метою наших досліджень було визначення біохімічного складу фітомаси амаранту залежно від сорту та системи удобрення в умовах Житомирського Полісся.

Матеріали та методи досліджень. Наукові дослідження були проведені на території Ботанічного саду Поліського національного університету м. Житомира, впродовж 2021-2023 років. Ґрунт навчально-дослідної ділянки дерновий, глейоватий, на карбонатному суглинку. Дослідження показників агрохімічного стану ґрунту показали, що азот лужногідролізований становить – 74,2 мг/кг, обмінний калій – 86,6 мг/кг, рухомий фосфор – 226,4 мг/кг, рН – 7,30 од., гумус – 2,53 %, гідролітична кислотність – 0,25 ммоль/100 г ґрунту, та сума ввібраних основ – 17,2 мекв/100 г.

Досліджували 3 сорти амаранту: Геліос (cv. Helios), Стерх (cv. Sterkh) та Кремовий ранній (cv. Kremovyi rannii) та Сівбу амаранту проводили вручну, відповідно до схеми досліду, рядковим способом. Всі три сорти вирощували за загальноприйнятою технологією. Варіанти розміщували – систематично, повторення досліду було 6-ти разове. Площа всієї дослідної ділянки складала 400 м², площа посівної ділянки – 4,5 м², облікової ділянки – 3,5 м². Відбір зразків ґрунту для агрохімічного дослідження ґрунту проводили згідно з ДСТУ 4287:2004. Варіанти досліду: без добрив – контроль, N60P60K60. Вносили мінеральні добрива: суперфосфат простий гранульований (18,4 %), аміачну селітру (34,4 %), а також калій магnezію (40,2 %).

Результати досліджень. Амарант є важливим джерелом біологічно активних речовин, зокрема клітковини, жиру та кальцію, які є незамінними для здорового харчування [9, 10]. Клітковина допомагає підтримувати нормальну роботу шлунково-кишкового тракту, знижує ризик серцево-судинних захворювань та діабету, жири в амаранті, зокрема ненасичені жирні кислоти, важливі для підтримки здоров'я серцево-судинної системи, а також загального метаболізму, а кальцій необхідний для міцності кісток і зубів, підтримки нервової системи

та м'язової функції, що робить амарант корисним для різних вікових груп [12, с. 348-352].

У сучасних умовах, коли питання продовольчої безпеки є критичним, амарант може забезпечити стабільне виробництво харчових продуктів високої якості. Вивчення його властивостей, таких як вміст клітковини, жиру і кальцію, дозволить оптимізувати його використання в різних регіонах України та за її межами [13, с. 52-57].

Таким чином, дослідження вмісту клітковини, жиру та кальцію в амаранті має велике значення як з наукової, так і з практичної точки зору, сприяючи розвитку харчової промисловості, медицини та аграрного сектору.

Аналіз одержаних даних показав, що елементи технології вирощування впливають на показники якості фітомаси амаранту. Вміст клітковини, рослинного жиру та кальцію суттєво збільшується за рахунок внесення мінеральних добрив при посіві (таблиця 1).

Дані результатів вказують на те, що вміст рослинного жиру на контролі для амаранту сорту Геліос становив 0,93 %, тоді як внесення мінеральних добрив підвищує цей показник до 1,11 %.

Доведено, що використання мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, забезпечує значний приріст рослинного

жиру в даному сорті, тоді як в інших варіантах досліду спостерігається незначне підвищення – до 11 % (Рис. 1).

Аналогічна тенденція спостерігається і для амаранту сорту Кремовий ранній. Так, на фоні внесення мінеральних добрив жир у фітомасі амаранту збільшується на 10,8 %.

Щодо амаранту сорту Стерх, то тут спостерігається дещо менша різниця між контролем та $N_{60}P_{60}K_{60}$. Так, якщо на контролі вміст рослинного жиру становить 0,85 %, то на варіанті з внесенням мінеральних добрив відмічається збільшення вмісту даного показника лише на 10 %.

Аналіз даних вмісту клітковини у фітомасі амаранту показав, що найсуттєвіше її підвищення спостерігається у сорті Геліос (Рис. 2).

Максимальне значення клітковини відмічається на варіанті з внесенням мінеральних добрив, і різниться порівняно з контролем на 4,8 % більше. Подібна тенденція спостерігалась й під час аналізу показників сорту Стерх. Вміст клітковини на контролі становила 20,51 %, тоді як при внесенні мінеральних добрив відмічається зріст до 21,15 %.

Доведено, що всі варіанти з використанням удобрення підвищують вміст клітковини у фітомасі амаранту. Незначне підвищення вмісту клітковини відносно контролю спостерігається на решті сортах.

Таблиця 1

Показники якості фітомаси амаранту залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021-2023 рр.)

Фактори		Показники якості фітомаси		
Сорт (Фактор А)	Норма внесення мінеральних добрив	Жир, %	Клітковина, %	Кальцій, %
Геліос	Без добрив (контроль)	0,93	20,42	1,70
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,11	21,44	1,82
Кремовий ранній	Без добрив (контроль)	0,99	22,85	1,55
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,11	22,33	1,79
Стерх	Без добрив (контроль)	0,85	20,51	1,34
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,94	21,15	1,81

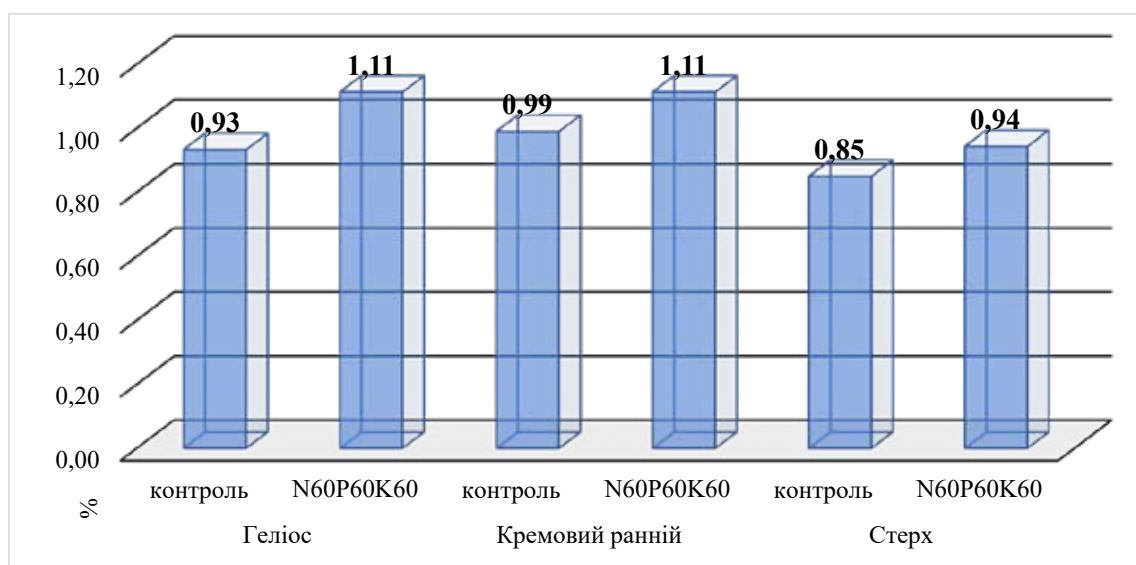


Рис. 1. Показники вмісту жиру в зеленій масі амаранту залежно від норм внесення мінеральних добрив

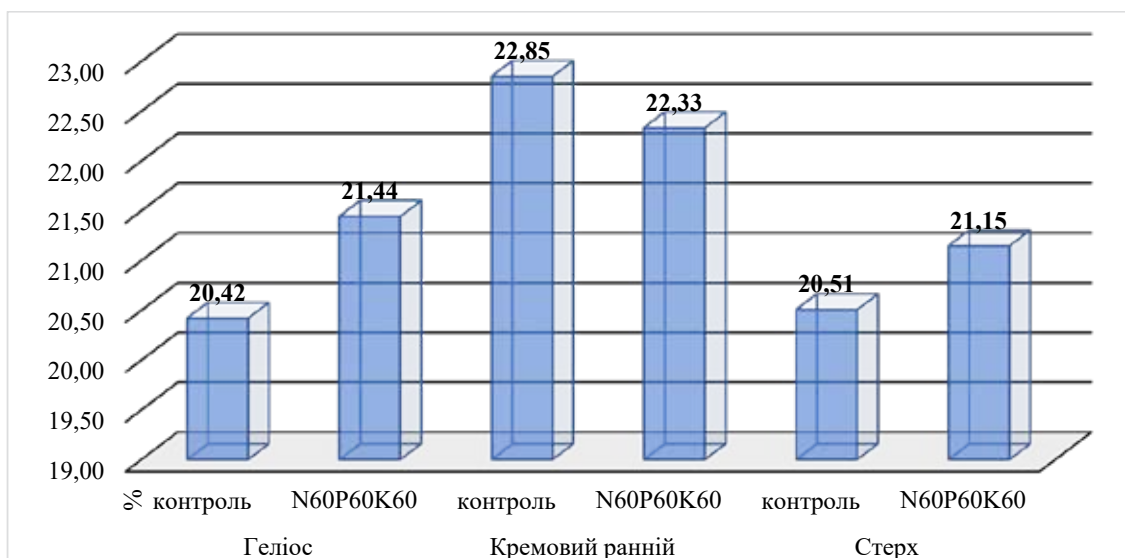


Рис. 2. Показники вмісту клітковини у фітомасі амаранту залежно від норм внесення мінеральних добрив

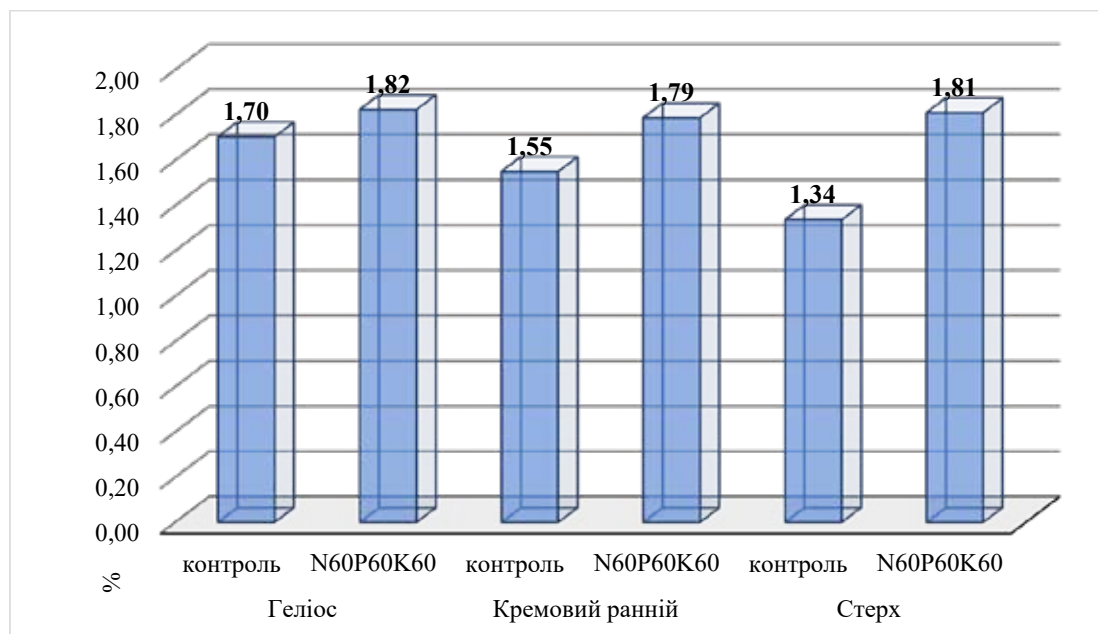


Рис. 3. Показники вмісту кальцію у фітомасі амаранту залежно від норм внесення мінеральних добрив

Аналіз даних кальцію свідчить, що найбільший позитивний вплив мінеральних добрив спостерігається у сорту Стерх у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, що може свідчити про тривалий ефект добрив (рис. 3).

Дані результатів вказують на те, що вміст кальцію на контролі для амаранту сорту Стерх становив 1,34 %, тоді як внесення мінеральних добрив підвищує цей показник до 1,81 %.

Доведено, що використання мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, забезпечує значне збільшення показників кальцію в даному сорті (25,9 %), тоді як в інших варіантах дослідження спостерігається незначне підвищення – до 13,4 %.

Аналогічна тенденція спостерігається і для амаранту сорту Геліос. Так, на фоні внесення мінеральних добрив кальцій у фітомасі амаранту збільшується на 6,6 %.

Проведені нами дослідження свідчать, що підживлення мінеральними добривами при посіві всіх трьох сортів амаранту має позитивний вплив на ріст та якість фітомаси. Аналіз даних доводить, що найкращі показники по вмісту рослинного жиру та кальцію у фітомасі мають сорти Геліос та Кремівий ранній на варіанті з системою удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Щодо вмісту клітковини в фітомасі амаранту, то максимальні показники спостерігаються у сорті Кремівий ранній у варіанті з використанням мінеральних добрив.

Висновки. Встановлено, що за введення системи удобрення спостерігається істотне підвищення показників рослинного жиру, клітковини та кальцію в рослинах, в наслідок чого значно збільшується поживна цінність всіх трьох сортів амаранту, а у варіантах без внесення мінеральних добрив відмічається протилежна реакція. За таких умов найвищу продуктивність фітомаси рослин амаранту отримуємо на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ сорту Кремовий ранній.

Результати досліджень показують, що і показники якості фітомаси амаранту залежать від особливостей сорту та норми внесення мінеральних добрив. Встановлено, що забезпечення рослин елементами мінерально живлення за рахунок внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування показників якості фітомаси амаранту. Таким чином, оптимізація елементів технології вирощування в поєднанні з внесенням мінеральних добрив забезпечує високий рівень продуктивності культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Alt D. S., Paul P. A., Lindsey A. J., Lindsey L. E. Early Wheat harvest influenced grain quality and profit but not yield. *Crop, Forage & Turfgrass Management*. 2019. 5, 1.
- Артем'єва К.С. Ефективність позакореневих підживлень рідкими органо-мінеральними добривами посівів ячменю ярого. *Аерохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип.83. С. 110-113.
- Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на півдні України / Базалій В.В. та ін. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2015. Вип.91. С. 3-6.
- Bezuhla L. Economic aspect of territorial production of amaranth, hemp and sorgho in Ukraine. *Economy and Society*. 2021. P.25.
- Дзюндзя, О., Звагольська, К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021 Вип. 117(1). С. 22-29.
- Gebremariam, G., Assefa, D. Nitrogen fertilization effect on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield, yield components and witchweed (*Striga hermonthica* (Del.) *Benth infestation in Northern Ethiopia*. *International Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol.10(1). P.14–23.
- Guo P. T., He W. L., Liu J. L., Wang Y. M. Grain amaranth composite biscuit composition and preparing method thereof and grain amaranth composite biscuits. *Academy agricultural sci china*. 2017. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060100124/publication/cn1072792_29a?q=amaranth%20cookies.
- Nasirpour-Tabrizi P., Azadmard-Damirchi S., Hesari J., Piravi-Vanak Z. Amaranth Seed Oil Composition. In V. Y. Waisundara (Ed.), *Nutritional Value of Amaranth*. *Intech Open*. 2020. doi: 10.5772/intechopen.91381
- Pivovarov A., Mykolenko S., Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol.12(2), P.100-107.
- Procopet O., Oroian M. Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile. *Applied Sciences*. 2022. Vol.12(4), P.2181.
- Можарівська І. А. Агроекологічна оцінка вирощування енергетичних культур в умовах радіоактивного забруднення Полісся України : автореф. дис. к. с.-г. н.: 03.00.16. м. Житомир, 2020. 26 с.
- Романчук Л.Д., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у зерні амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 134. С. 348-352.
- Вишнівський П.С., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у фітомасі амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 128. С. 52-57.

REFERENCES:

- Alt, D. S., Paul, P. A., Lindsey, A. J., & Lindsey, L. E. (2019) Early Wheat harvest influenced grain quality and profit but not yield. *Crop, Forage & Turfgrass Management*. 5, 1.
- Artemieva, K. S. (2015). Efektyvnist pozakorenykh pidzhyvlen ridkymy orhano-mineralnymy dobryvamy posiviv yachmeniu yaroho. [Efficiency of foliar fertilization with liquid organic-mineral fertilizers of spring barley crops] *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. Kharkiv: NSC ISSAR, 83, 110–113 [in Ukrainian].
- Bazalii, V.V., Boiko, M.O., Almahova, V.S. & Onyshchenko, S.O. (2015). Roslynnyski aspekty ta ahroekolohichni zasady vyroshchuvannia sorho zernovoho na Pivdni Ukrainy. [Crop production aspects and agroecological principles of grain sorghum cultivation in southern Ukraine] *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Kherson: Ailant [in Ukrainian].
- Bezuhla, L. (2021). Economic aspect of territorial production of amaranth, hemp and sorgho in Ukraine. *Economy and Society*, 25.
- Dziundzia, O. V. & Zvaholska, K. M. (2021). Analiz netradytsiinoi boroshnianoi syrovyny dlia vyrobnytstva khlibobulochnykh vyrobiv. [Analysis of non-traditional flour raw materials for bakery products] *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson: Ailant, 1. 22-29. [in Ukrainian].
- Gebremariam, G., & Assefa, D. (2015). Nitrogen fertilization effect on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield, yield components and witchweed (*Striga hermonthica* (Del.) *Benth infestation in Northern Ethiopia*. *International Journal of Agricultural Research*, 10(1),14–23
- Guo, P. T.; He, W. L.; Liu, J. L.; & Wang, Y. M. (2017). Grain amaranth composite biscuit composition and preparing method thereof and grain amaranth composite biscuits. *Academy agricultural sci china*. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060100124/publication/cn1072792_29a?q=amaranth%20cookies.
- Nasirpour-Tabrizi, P., Azadmard-Damirchi, S., Hesari J. & Piravi-Vanak, Z. (2020). Amaranth Seed Oil Composition. In V. Y. Waisundara (Ed.), *Nutritional Value of Amaranth*. *Intech Open*. doi: 10.5772/intechopen.91381
- Pivovarov, A., Mykolenko, S., Hez', Y., & Shcherbakov, S. (2018). Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*, 12. 2, 100-107.

10. Procopet, O., & Oroian, M. (2022). Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile. *Applied Sciences*, 12(4), 2181. doi: 10.3390/app12042181
11. Mozharivska I.A. (2020) Ahroekolohichna otsinka vyroshchuvannya enerhetychnykh kultur v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia Polissia Ukrainy. [Agro-ecological assessment of the cultivation of energy crops in the conditions of radioactive contamination of Polissia of Ukraine. Zhytomyr: *Polis National Universiti*]. [in Ukrainian].
12. Romanchuk L.D., Kravchuk T.V. Vmist vazhkykh metaliv u zerni amarantu pry vyroshchuvanni v umovakh Polissia Ukrainy. [The content of heavy metals in amaranth grain when grown in Polissya of Ukraine]. *Tavrian scientific herald. Series: Agricultural sciences*. Odesa. 2023. № 134. P. 348-352. [in Ukrainian].
13. Vyshnivskiy P.S., Kravchuk T.V. Vmist vazhkykh metaliv u fitomasi amarantu pry vyroshchuvanni v umovakh Polissia Ukrainy. [The content of heavy metals in the phytomass of amaranth when grown in Polissya of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi vestnik. Series: Agricultural sciences*. Odesa. 2022. № 128. С. 52-57. [in Ukrainian].

Кравчук-Ободзінська Т.В. Біохімічний склад фітомаси амаранту залежно від сорту та системи удобрення

У світі збільшується попит на нові високоефективні сільськогосподарські культури. Амарант є перспективною альтернативою традиційним злаковим культурам, оскільки має значно кращу стійкість до екстремальних погодних умов і дає більші врожаї в несприятливих кліматичних умовах. Завдяки високій харчовій цінності амаранту, попит на дану культуру збільшується не тільки у харчовій промисловості, але й у косметологічній та фармацевтичній. Вирощування амаранту може стати важливою галуззю для розвитку аграрного бізнесу.

У статті висвітлено результати дослідження біохімічного складу фітомаси амаранту залежно від сорту та системи удобрення. Проведено аналіз впливу застосування мінеральних добрив при вирощуванні рослин амаранту на вміст основних біохімічних компонентів, таких як кальцій, жир, клітковина та інші поживні речовини в рослинах амаранту. Дослідження охоплює кілька сортів амаранту, включаючи «Геліос», «Кремний ранній» та «Стерх».

Встановлено, що внесення мінеральних добрив (системи $N_{60}P_{60}K_{60}$) позитивно впливає на підвищення концентрації корисних речовин, особливо кальцію, у фітомасі амаранту, порівняно з контрольними варіантами. Це підвищує цінність рослини як кормової та харчової культури. Мінеральні добрива сприяють активному росту та розвитку рослин, що, у свою чергу, призводить до збільшення врожайності.

Покращене живлення кореневої системи дозволяє амаранту більш ефективно використовувати воду та поживні речовини з ґрунту, що сприяє загальному зростанню біомаси. Оскільки амарант може рости на бідних та пошкоджених ґрунтах, внесення мінеральних добрив допомагає відновити родючість таких земель. Це важливо для реабілітації територій, що постраждали від військових дій чи інших антропогенних впливів. Отримані результати можуть бути використані для розробки оптимальних агротехнічних підходів до вирощування ама-

ранту з метою підвищення його продуктивності та якості продукції.

Результати досліджень показують, що і показники якості фітомаси амаранту залежать від особливостей сорту та норми внесення мінеральних добрив. Встановлено, що забезпечення рослин елементами мінерально живлення за рахунок внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування показників якості фітомаси амаранту. Таким чином, оптимізація елементів технології вирощування в поєднанні з внесенням мінеральних добрив забезпечує високий рівень продуктивності культур.

Ключові слова: щириця, система удобрення, важкі метали, мінеральні добрива, продуктивність, врожайність, екологія.

Kravchuk-Obodzinska T.V. Biochemical composition of amaranth phytomass depending on the variety and fertilizer system

There is a growing global demand for new high-performance crops. Amaranth is a promising alternative to traditional cereal crops, as it is much more resistant to extreme weather conditions and produces higher yields in unfavorable climatic conditions. Due to the high nutritional value of amaranth, the demand for this crop is growing not only in the food industry, but also in the cosmetics and pharmaceutical industries. Growing amaranth can become an important industry for agricultural business development.

The article highlights the results of the study of the biochemical composition of amaranth phytomass depending on the variety and fertilization system. The influence of the use of mineral fertilizers in the cultivation of amaranth plants on the content of the main biochemical components, such as calcium, fat, fiber and other nutrients in amaranth plants, was analyzed. The study covers several amaranth varieties, including Helios, Creamy Early and Sterkh.

It was found that the application of mineral fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$ systems) has a positive effect on increasing the concentration of nutrients, especially calcium, in the phytomass of amaranth compared to the control variants. This increases the value of the plant as a fodder and food crop. Mineral fertilizers promote active growth and development of plants, which in turn leads to an increase in yield.

Improved nutrition of the root system allows amaranth to use water and nutrients from the soil more efficiently, which contributes to overall biomass growth. Since amaranth can grow on poor and damaged soils, the application of mineral fertilizers helps to restore the fertility of such lands. This is important for the rehabilitation of areas affected by military operations or other anthropogenic impacts. The results obtained can be used to develop optimal agronomic approaches to amaranth cultivation in order to increase its productivity and product quality.

The research results show that the quality indicators of amaranth phytomass depend on the characteristics of the variety and the rate of mineral fertilizers. It was found that the provision of plants with mineral nutrition elements through the application of mineral fertilizers has a positive effect on the formation of quality indicators of amaranth phytomass. Thus, optimization of the elements of cultivation technology in combination with the application of mineral fertilizers provides a high level of crop productivity.

Key words: feverfew, fertilizer system, heavy metals, mineral fertilizers, productivity, yield, ecology.