

Influence of sowing time on grain yield of amaranth of the Western Forest-Steppe of Ukraine

M. Tyrus[✉]

Article info

Correspondence Author

M. Tyrus

E-mail:

Tyrusmaria0408@gmail.comLviv National Environmental
University,
Volodymyr Velykyi Str. 1,
Dubliany, 80381,
Ukraine

Citation: Tyrus, M. (2023). Influence of sowing time on grain yield of amaranth of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 71–76. doi: 10.31210/spi2023.26.04.13

Amaranth is an ancient pseudocereal crop, the potential of which has not yet been realized. We can say that currently amaranth is being discovered "anew". It is widely used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. Amaranth is a niche crop in Ukraine with small cultivated areas, the crops are mainly concentrated in the East and South. The timing of sowing for amaranth is an important technological factor in realizing the level of productivity, which affects the timely receipt of seedlings and the duration of the growing season, especially when growing it for seeds. Field research was conducted in the conditions of the Western Forest-Steppe at the experimental field of the Department of Technologies in Crop Production of the Lviv National University of Nature Management on a dark gray podzolized light loamy soil. Hydrothermal conditions in the years of research differed slightly from the average long-term data, but, in general, were favorable for growing amaranth. The total area of the plot was 30 m², accounting – 20 m². Research was carried out in three repetitions. The seed sowing rate was 0.4 million/ha for mineral fertilizer rates N₁₆₀P₆₀K₁₂₀. In the researches, the mid-ripening Lyera variety (*A. hypochondriacus*) was used, the protein content in the seeds was 20.6 %, the oil content was 7.0 %, and the seed yield was up to 22 t/ha. Amaranth belongs to heat-loving plants. To obtain friendly seedlings, the soil should warm up to 8–10 °C. Research has established that only by sowing at the optimal time, plants can fully use all the necessary factors for their growth and development and the formation of the highest yield. Field germination (76 %), plant density (30 units/m²) of amaranth in the seedling phase, plant survival during the growing season (88–90 %) and plant density before harvest (26–27 units/m²) were highest for sowing in the summer months. The mass of seeds per plant (21 g), on which the level of productivity depended the most, was the largest for sowing on April 30. The optimal time for sowing amaranth of the Lyera variety in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine is April 30. Valid dates are in the range from April 15 to May 15. Sowing amaranth in the summer months is advisable only when growing for green mass.

Keywords: amaranth, sowing time, field germination, survival, crop structure, productivity.

Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України

М. Л. Тирусь

Львівський національний
університет
природокористування
м. Дубляни, Україна

Амарант – древня псевдозлакова культура, потенціал якої поки що не реалізований. Можна сказати, що наразі амарант відкривають «заново». Він широко використовується в харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості. Амарант – нішова культура в Україні з невеликими посівними площами. Загалом посіви зосереджені на Сході та Півдні. Строки сівби для амаранту є важливим технологічним чинником реалізації рівня продуктивності, що впливає на своєчасне одержання сходів і тривалість вегетаційного періоду, особливо при вирощуванні його на насіння. Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Гідротермічні умови в роки досліджень дещо відрізнялися від середніх багаторічних даних, але, загалом, були сприятливі для вирощування амаранту. Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводили у трьох повтореннях. Норма висіву насіння становила 0,4 млн/га при нормі мінеральних добрив N₁₆₀P₆₀K₁₂₀. У дослідженнях використовували середньостиглий сорт Лера (*A. hypochondriacus*), вміст білка в насінні 20,6 %, олії – 7,0 %, урожайність насіння до 22 ц/га. Амарант відноситься до теплолюбних рослин. Для одержання дружних сходів ґрунт має прогрітись до 8–10 °C. Дослідження свідчать, що лише за умови сівби в оптимальні строки рослини можуть повністю використати всі необхідні чинники для свого росту і розвитку та формування найвищої врожайності. Польова схожість (76 %), густина рослин (30 шт./м²) у фазі сходів, виживання рослин за вегетацію (88–90 %) та густина рослин перед збиранням (26–27 шт./м²) були найвищі за умови сівби у літні місяці. Маса насіння з рослини (21 г), від якої насамперед залежав рівень урожайності, була найбільшою за умови сівби 30 квітня. Оптимальні строки сівби амаранту сорту Лера в умовах Західного Лісостепу України припадають на 30 квітня. Допустимі строки перебувають в діапазоні від 15 квітня до 15 травня.

Ключові слова: амарант, строки сівби, польова схожість, виживаність, структура врожаю, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Тирусь М. Л. Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 71–76.

Вступ

Амарант – древня псевдозлакова культура, потенціал якої поки що не реалізований. Можна сказати, що наразі амарант відкривають «заново». Його найбільше використовують в харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості [19]. Амарант – нішова культура в Україні з невеликими посівними площами, які загалом зосереджені на Сході та Півдні.

За оцінкою адаптивного потенціалу, інтродукційної стійкості та господарського призначення виділено три види амаранта: *A. cruentus* – кормового типу, *A. hybridus* і *A. hypochondriacus* – універсального застосування (кормового і зернового напрямів), які заслуговують на введення в культуру [9]. Потенціал видів амаранту здається величезним і перспективним, що створює необхідність усебічного дослідження цієї рослини в оздоровчих цілях, а також і у промисловому використанні вкрай необхідним. Серед сортів Харківський 1 – найурожайніший. Перевагою сорту Ультра є ранньостиглість, він досягає в серпні-вересні, є можливість післязривного вирощування [21].

Строки сівби для амаранту є важливим технологічним елементом реалізації рівня продуктивності, що впливає на своєчасне одержання сходів і тривалість вегетаційного періоду, особливо при вирощуванні його на насіння. Результати досліджень свідчать, що лише за умови сівби в оптимальні строки рослини можуть повністю використати всі необхідні чинники для свого росту і розвитку та формування найвищої врожайності. Амарант відноситься до теплолюбних рослин. Для одержання дружних сходів ґрунт має прогрітись до 8–10 °С. За температури понад 10 °С сходи з'являються на 8–9-й день [18].

Сівба в оптимальні строки скорочує період сівба-сходи, забезпечує підвищення польової схожості, сприяє зменшенню рівня забур'яненості порівняно з ранніми строками сівби [28].

Оптимальні строки сівби в умовах Західного Лісостепу України припадають на 20–25 квітня. У разі більш ранніх строків сівби насіння амаранту проростало повільніше, зменшувалась польова схожість, що призводило до зниження урожайності. Урожайність знижувалась також, якщо сіяли у більш пізні строки [16]. Сіють амарант в умовах Західного Лісостепу України 20–30 квітня [18].

Частина дослідників вказує на такі ж календарні строки. Найвища врожайність формується за умови висівання у третій декаді квітня [31, 6, 20].

Для умов Черкаської області строки сівби теж припадають на кінець квітня. Сіють упродовж травня. У холодному ґрунті проростає впродовж 10–15 діб, якщо сіяти у червні – сходить за 3–5 діб [21].

Є дані авторів про необхідність проводити сівбу культури при значно вищих температурах – 18–20 °С у шарі ґрунту 0–10 см, що припадає переважно на середину травня [27].

Про потребу сіяти не раніше 20 квітня вказують й інші дослідники. Краще сіяти за температури ґрунту 12–16 °С [3]. За іншими даними оптимальними строками сівби є перша декада травня [30].

В умовах Лівобережного Лісостепу України оптимальною можна вважати проведення сівби в 1–2-й декаді травня, тобто при сталому прогріванні ґрунту вище 12 °С [9]. Такі ж рекомендації вказані в багатьох інших дослідженнях. Оптимальний строк сівби – це період з 5 по 25 травня [15]. У пізніших дослідженнях [14] для умов Південного Степу України дещо скорочують період оптимальності сівби – із середини першої декади до середини другої декади травня. Кращі строки сівби – середина травня [13]. За умови вирощування на зерно вид *Amaranthus cruentus* L. потрібно сіяти 25 травня [4].

Дослідники вказують, що найвища врожайність зерна формувалась за умови сівби 15 травня. Якщо сіяти 15 та 30 квітня, то вона зменшувалась [7].

На осушених торфових ґрунтах Сарненської дослідної станції Рівненської області сприятливі умови для формування надземної маси теж складались при сівбі амаранту 15 травня. Урожайність зеленої маси становила 400–500 ц/га [29].

Доведено, що у сприятливих умовах амарант забезпечував найбільшу врожайність при другому строку сівби та широкорядному способі – 4,9 т/га сорт Ультра та 5,1 т/га – сорт Студентський [12, 8].

Є також рекомендації сіяти ще пізніше у травні-червні, коли ґрунт прогрівається до 14–18 °С [5].

Сорт Ультра можна висівати до 15 липня, він досягає у жовтні, його потенціал до 3,5 т/га [25]. Строки сівби 15 травня є оптимальними, а до 15 липня можна висівати ранній сорт Ультра [22].

За рекомендацією О. Дуди, як зазначив Рижков О (2022), у середній смузі (Дніпропетровська, Кіровоградська області) висівати амарант післязривно на зерно можна до 20 липня. Ближче до півночі – до 15 липня, а на крайній півночі України – до 10 липня. 2021 року посіви після 19 липня на Житомирщині не сформували насіння через низьку суму температур та ранні приморозки [23].

У перший строк сівби фотосинтетичний потенціал виявився більшим, ніж у пізні строки за рахунок більш тривалого періоду вегетації [10].

В умовах Італії вивчали три строки сівби: 27 березня, 20 квітня та 4 червня. Вища урожайність була при ранніх строках сівби, якщо сума температур за вегетацію 2100–2300 °С [1, 2, 24]. За даними дослідників з Канади, в умовах південного Онтаріо кращими є ранні строки сівби – із середини травня до кінця червня [17].

Для розширення посівних площ амаранту в Україні необхідно вивчати та розробляти інтенсивні технології вирощування, що орієнтовані на конкретні ґрунтово-кліматичні зони. Потребують уточнення майже всі елементи технології вирощування амаранту, зокрема і строки сівби, особливо зважаючи на особливості сорту.

Мета дослідження

Мета досліджень полягла у встановленні впливу строків сівби на продуктивність амаранту в умовах Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи

Завданням досліджень було встановити вплив строків сівби на продуктивність амаранту. Для цього на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування було проведено польові дослідження з використанням сорту амаранту Лера. Цей сорт створено шляхом індивідуального добору зі зразку *A. hypochondriacus* (К-14). Занесено до Реєстру сортів рослин України 2002 р. Рослини висотою до 170–220 см. Стебло зелене, листя зелене з червоними прожилками. Волоть довжиною до 54 см, червона, компактна. Насіння біле, маса 1000 насінин – 0,7 г. Стійкість до вилягання – 9 балів, стійкість до осипання – 8 балів. Сорт середньостиглий – 105 днів. Вміст білка в насінні 20,6 %, олії – 7,0 %. Урожайність насіння до 22 ц/га. Зерно придатне для виготовлення борошна та олії.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, який характеризувався такими показниками: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 2,15 %, рН – 6,1, легкогідралізований азот – 112 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за методом Чирикова) – 127 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію (за Чириковим) – 115 мг/кг ґрунту.

Гідротермічні умови відрізнялися від середніх багаторічних даних. Було тепліше і випало більше опадів. 2021 року при достатній кількості опадів, середня температура у квітні була нижче від середніх багаторічних даних. Травень, червень і липень були сприятливі для одержання сходів амаранту.

Таблиця 1

Вплив строків сівби на польову схожість амаранту, %

Строки сівби	Роки			Польова схожість, середнє за 2021–2023рр.	Густота рослин у фазі сходів, шт/м ²
	2021	2022	2023		
15 квітня	56	60	58	58	23
30 квітня	57	66	57	60	24
15 травня	75	71	57	68	27
30 травня	77	70	55	67	27
15 червня	78	67	74	73	29
30 червня	79	67	76	74	30
15 липня	77	76	75	76	30
30 липня	76	77	75	76	30

При нормі висіву 0,4 млн/га у фазі сходів залежно від строків сівби на 1 м² було від 23 до 30 рослин/м².

Рівень виживання рослин амаранту від сходів до збирання коливався в межах 75–90 % (табл. 2). У разі сівби у менш сприятливих умовах у квітні він був значно нижчим і становив 75–77 %. Якщо сіяли у травні, то виживання рослин амаранту підвищилось

2022 року був дуже холодний квітень, недостатня кількість вологи у квітні, травні і червні. 2023 року нижча температура була у квітні та недостатньо опадів у травні, тоді як у червні та липні кількість опадів перевищувала середні багаторічні дані на 24,4 та 31,7 мм відповідно.

Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводили у трьох повтореннях. Норма висіву насіння сорту Лера становила 0,4 млн/га при нормі мінеральних добрив N₁₆₀P₆₀K₁₂₀.

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

Результати та їх обговорення

Польова схожість насіння визначає оптимальну густоту і рівномірність розміщення рослин на площі, що створює добрі умови для росту і розвитку амаранту. На польову схожість дрібного насіння (M1000 = 0,6–0,9 г) амаранту впливає багато чинників: гідротермічні умови, властивості ґрунту, наявність хвороб і шкідників і, особливо, якість насіння і підготовки ґрунту.

Порівняно з іншими культурами польова схожість амаранту може бути значно нижчою. Так, найвища польова схожість (лише 68 %) в умовах Харківської області була у сорту Студентський за умови сівби у перший строк, коли ґрунт прогрівся до 10–12 °С [11].

У наших дослідженнях польова схожість у середньому за три роки була найменшою (58 та 60 %) у квітневі строки сівби у всі роки внаслідок нижчої температури ґрунту (табл. 1). У травні строки сівби польова схожість підвищилась до 68 та 67 %. Відсутність опадів у цей місяць 2023 року призвела до зниження польової схожості до 57 та 55 %. Для строків сівби у літні місяці була характерна найвища польова схожість у межах 73–76 %, оскільки тепловий режим і кількість вологи були оптимальні.

до 83 %. За умови сівби у червні і липні показник виживання зріс до 88–90 %. Якщо польова схожість суттєво залежала від гідротермічних умов року, то вплив гідротермічних умов на рівень виживання був значно меншим. Це пояснюється тим, що впродовж вегетації амаранту був задовільний тепловий режим і достатня забезпеченість вологою.

Таблиця 2

Виживання за вегетаційний період та густина рослин амаранту перед збиранням залежно від строків сівби, середнє за 2021–2023 рр.

Строки сівби	Виживання, %	Приріст, %	Густина рослин перед збиранням, шт/м ²	Приріст, шт/м ²
15 квітня	75	-	17	-
30 квітня	77	2	18	1
15 травня	83	8	22	5
30 травня	83	8	22	5
15 червня	89	14	26	9
30 червня	88	13	26	9
15 липня	90	15	27	10
30 липня	88	13	26	9

НІР_{0,5} %, 2021 р. – 2,35
2022 р. – 1,83
2023 р. – 2,92

Густоту рослин перед збиранням визначали за показниками рівня польової схожості та виживання за вегетаційний період. Вона змінювалась з 17–18 шт./м² за умови сівби у квітні до 22 шт./м² – у разі сівби у травні. Найбільша кількість рослин амаранту формувалась на варіантах з строками сівби у червні та липні – 26–27 шт./м² (табл. 2).

Строки сівби істотно впливали на ріст і розвиток рослин та їхню врожайність. Висота рослин при ранніх строках сівби у квітні-травні коливалась у межах 190–198 см (табл. 3). Сорт Лера у наших дослідженнях (Tugus, M., & Lykhochvor, V. 2021) був і більш високорослим, але 2021–2023 рр.

були менш сприятливі погодні умови для наростання біомаси. У разі пізніших строків сівби висота рослин зменшувалась, особливо, якщо сіяли у червні [26].

У результаті проведеного кореляційно-регресійного аналізу виявлено зворотній суттєвий вплив строків сівби на висоту стебла рослин амаранту і довжину волоті: коефіцієнт кореляції становив $r = -0,92$, $r = -0,93$ відповідно.

Довжину волоті відзначали найбільшу у високорослих рослин і за умови сівби 30 квітня, вона становила 65 см. У разі в липні волоть формувалась значно менша.

Таблиця 3

Елементи структури врожаю амаранту сорту Лера залежно від строку сівби, середнє за 2021–2023 рр.

Строки сівби	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин	Біологічна врожайність, ц/га
15 квітня	195	58	18	0,82	30,6
30 квітня	198	65	21	0,89	37,8
15 травня	197	63	15	0,87	33,0
30 травня	190	56	12	0,79	26,4
15 червня	181	48	6	0,70	15,6
30 червня	175	40	3	0,52	7,8
15 липня	152	34	-	-	-
30 липня	137	30	-	-	-

Дуже важливим показником структури врожаю є маса насіння з рослини. Саме за цим показником і кількістю рослин на 1 м² перед збиранням визначають біологічну врожайність зерна амаранту. Маса насіння з рослини залежала від строку сівби, що підтверджено результатами кореляційно-регресійного аналізу: коефіцієнт кореляції становив $r = 0,66$, що свідчить про прямий зв'язок середньої сили. За умови сівби 30 квітня рослини мали найкращі умови для формування високоврожайних посівів. Так, маса насіння з рослини на цьому варіанті найвища і становить 21 г. Високою вона залишається також за умови сівби 15 квітня та 15 травня. Пізні строки сівби амаранту у червні та липні не забезпечують формування належного рівня врожайності. Тут маса насіння з рослини дуже низька – 3–6 г. А за умови сівби 15 та 30 липня в умовах Західного Лісостепу України зерно не формувалось жодного року.

Маса 1000 насінин теж була більша на варіантах з тривалішою вегетацією. За умови сівби у період 15 квітня – 15 травня маса 1000 насінин найвища і становила 0,82–0,89 г. У літні строки сівби формується щупле, дуже дрібне зерно. У дослідженнях Гудковської Н. та Гопцій Т., (2018) в умовах Харківської області маса 1000 насінин була найменшою у сорту Ультра, 0,51 г, при четвертому строку висівання і рядковому способу сівби, а у сорту Студентський (0,53 г) – за умови другого строку сівби широкорядних посівів [12].

Найвища біологічна врожайність (3,78 ц/га) амаранту була на варіанті за поєднання таких елементів структури врожаю: 18 рослин/м² × 21 г насіння з рослини.

У результаті кореляційного аналізу встановлено сильний прямий вплив строків сівби на формування маси 1000 насінин, коефіцієнт кореляції становив $r = 0,75$, і прямий зв'язок середньої сили між строками

сівби і біологічною врожайністю зерна амаранту ($r = 0,58$).

Строки сівби та гідротермічні умови року впливали на рівень урожайності зерна амаранту. Найвищу господарську врожайність зерна амаранту сорту Лера у середньому за три роки одержано за умови сівби 30 квітня – 3,62 т/га (табл. 4). Високою була також урожайність у разі сівби 15 травня та 15 квітня. Якщо сіяли 30 травня, урожайність зерна зменшувалась до 2,48 т/га. За умови сівби у літні місяці формувалась дуже низька врожайність. Амарант, висіяний 15 та 30 липня, жодному року не формував насіння.

Таблиця 4

Урожайність зерна амаранту сорту Лера залежно від строків сівби, т/га.

Строки сівби	Роки			Середнє за 2021–2023рр.
	2021	2022	2023	
15 квітня	2,94	2,98	2,75	2,89
30 квітня	3,66	3,80	3,40	3,62
15 травня	3,20	3,24	3,01	3,15
30 травня	2,55	2,57	2,32	2,48
15 червня	1,57	1,60	1,33	1,50
30 червня	0,72	0,81	0,60	0,71
15 липня	-	-	-	-
30 липня	-	-	-	-
НІР _{0,5} т/га	0,15	0,18	0,20	

Результати наших досліджень узгоджуються з даними інших авторів. Так, на думку Дуда О. та Капштик М. (2021), строки сівби амаранту без втрати майбутнього врожаю можна переносити до 1 червня, а з частковою втратою майбутньої урожайності – до 15 червня [6].

Висновки

Польова схожість (76%), густина рослин (30 шт./м²) амаранту у фазі сходів, виживання рослин за вегетацію (88–90%) та густина рослин перед збиранням (26–27 шт./м²) були найвищими за умов сівби у літні місяці. Маса насіння з рослини (21 г), від якої найбільше залежав рівень урожайності, була найбільшою у разі сівби 30 квітня.

Оптимальним строком сівби амаранту сорту Лера в умовах Західного Лісостепу України є 30 квітня. Допустимі строки перебувають у діапазоні від 15 квітня до 15 травня.

Перспективи подальших досліджень полягають у з'ясуванні основних елементів технології вирощування амаранту в умовах Західного Лісостепу.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Casini, P., & Biancofiore, G. (2020) Influence of row spacing on canopy and seed production in grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Agronomy Research*, 18 (1), 53–62, 2020.

2. Casini, P., & Biancofiore, G. (2020). Optimizing sowing time for boosting productivity and nutritional quality of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) genotypes under Mediterranean climate. *Acta Agriculturae Slovenica*, 115 (1), 183–191. <https://doi.org/10.14720/aas.2020.115.1.1228>

3. Deineha, A. (2022). *Amarant kultura XXI stolittia*. Mykolaiivska obl., smt. Veselynov: "Amarant Ukrainy" [in Ukrainian]

4. Dmitrieva, O. (2021). Study of the growth and development of *Amaranthus cruentus* L. at different dates and methods of sowing in the Chuvash Republic. *Journal of Agriculture and Environment*, 1 (17), 1–6.

5. Duda, O. (2022). *Amarant: Tekhnolohiia vyroshchuvannia, problemy i perevaly*. Superagronom.com. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/874-amarant-yak-viroshchuvati-chim-zbirati-ta-skilki-koshchuyete-tehnologiya> [in Ukrainian]

6. Kliuchovi elementy tekhnolohii vyroshchuvannia amaranantu. (2021). *Propozitsiia*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/klyuchovi-elementy-tehnologiyi-vyroshchuvannya-amarantu> [in Ukrainian]

7. Fedorchuk, M., Rakhmetov, D., Kokovikhin, S., Fedorchuk, V., Filipova, L., Voitashenko, D., Rakhmetov, S., & Kovalenko, O. (2017). *Metodychni rekomendatsii z optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia amaranantu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy*. Kherson: Kolos [in Ukrainian]

8. Gudkovska, N. (2018). Vliyanie srokov poseva na dinamiku nakopleniya suhogo veshstva u rasteniyah amaranta v levoberezhnoj Lesostepi Ukrainy. *Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy Selskhozaystvennoy Akademii*, 3, 72–77. [in Russian]

9. Hoptsii, T., Voronkov, M., Bobro, M., Miroshnichenko, L., Lyman-ska, S., Hudym, O., Hudkovska, N., & Duda, Yu. (2018). *Amarant: Seleksiia, henetyka ta perspektivy vyroshchuvannia*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]

10. Hudkovska, N. B. (2017). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn amaranantu zalezno vid strokiv sivyby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Osnovni, maloposhyreni i netradytsiini vydy roslyn – vid vyvchennia do osvoinnna. Materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii (16 bereznia 2017 r., s. Kruty)*. (Tom 1, pp. 82–86). Kruty [in Ukrainian]

11. Hudkovska, N., & Hoptsii, T. (2016). Vplyv strokiv sivyby na skhozhist nasinnia amaranantu v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 194–204. [in Ukrainian]

12. Hudkovska, N., & Hoptsii, T. (2018). Urozhainist zerna amaranantu zalezno vid strokiv ta sposobiv sivyby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2, 112–124. [in Ukrainian]

13. Husiev, M., Voitashenko, D., & Kyforuk, V. (2009). Osoblyvosti rozvytku ta formuvannia nadzemnoi masy amaranantu zalezno vid stroku sivyby v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 64, 104–109. [in Ukrainian]

14. Kohut, I., Mishyn, S., & Kohut, S. (2016). Vplyv strokiv sivyby na umovy rostu, rozvytku ta produktyvnist roslyn amaranantu v umovakh Pivdennoho Stepu. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomorja*, 79, 35–40. [in Ukrainian]

15. Kohut, S., & Yakovenko, T. (2006). Optymizatsiia strokiv sivyby amaranantu v umovakh pivdennoho Stepu. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 43, 53–58. [in Ukrainian]

16. Lykhochvor, V. V., & Dubkovetskyi, S. V. (1993). Tekhnolohiia vyroshchuvannia amaranantu. *Informatsiinyi lystok № 057-93*. Lviv. Lvivskiy MTTsNT1 [in Ukrainian]

17. Nurse, R. E., Obeid, K., & Page, E. R. (2016). Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (3), 360–366. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0160>

18. Petrychenko, V., & Lykhochvor, V. (2019). *Plant growing. New technologies for field crops cultivation: a textbook*. Lviv: Ukrainian Technologies. <https://doi.org/10.31073/roslynnytstvo5vydannya>

19. Rotich, A., Gweyi-Onyango, J., & Korir, N. (2017). Diagonal Offset Arrangement and Spacing Architecture Effect on Growth and Yield Components of Grain Amaranth in Kenya. *Asian Research Journal of Agriculture*, 6 (1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/arja/2017/35312>

20. Rudyshyn, V. K., Derevianskyi, V. P., Moldovan, V. H. (1995). Rist ta rozvytok roslyn amaranantu volosystochno zalezno vid stroku posivu. *Persha Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia po problemi vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia amaranantu na kormovi, kharchovi i inshi tsili*. (pp. 49–50). Vinnytsia [in Ukrainian]

21. Ryzhkov, O. (2021). Nasha istoriia daie nam sylu. *Zerno*, 3, 86–92. [in Ukrainian]

22. Ryzhkov, O. (2021). Chempion iz rentabelnosti. *Zerno*, 4, 116–117. [in Ukrainian]
23. Ryzhkov, O. (2022). Superfud viddiachyt za trud. *Zerno*, 3-4) 43–45. [in Ukrainian]
24. Toader, M., Ionescu, A. M., Sonea, C., & Georgescu, E. (2020). Research on the morphology, biology, productivity and yields quality of the *Amaranthus cruentus* L. in the southern part of Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48 (3), 1413–1425. <https://doi.org/10.15835/nbha48311973>
25. Tsybulska, S. (2019). Yak znaity svoiu nishu, abo na chomu mozhe zarobyty ukrainskyi fermer. *Propozytsiia*, 6, 30–33. [in Ukrainian]
26. Tyrus, M., & Lykhochvor, V. (2022). Yield of Amaranth (*Amaranthus*) depending on the cultivar in the conditions of Ukrainian Western Forest-Steppe. *Scientific Horizons*, 24 (10), 43–51. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(10\).2021.43-51](https://doi.org/10.48077/scihor.24(10).2021.43-51)
27. Voitashenko, D. P. (2008). Optyimizatsiia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia amarantu zernovoho napriamku v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Khersonskiy derzhavnyi ahraryni universytet, Kherson [in Ukrainian]
28. Voitashenko, D., & Lavrenko, S. (2006). Vplyv stroku sivby na rist i rozvytok roslyn amarantu zernovoho napriamku v umovakh pivdnia Ukrainy. *Tavriiskiyi Naukovyi Visnyk*, 44, 89–93. [in Ukrainian]
29. Voropay, G. V., Molescha, N. B., Mozol, N. V., Stetsyuk, M. G., & Zosymchuk, M. D. (2020). The main technological parameters of growing highly productive fodder crops on the drained lands of the humid zone of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*, 2, 89–100. <https://doi.org/10.31073/mivg202002-261>
30. Jatsyk, M., Voropaj, G., & Kika, S. (2019). Justification of regimes of water regulation at growing highly productive forage crops on sewed lands. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 97 (6), 60–67. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-09>
31. Zadorozhna, I. (2011). *Z istorii doslidzhennia maloposhyrenykh kormovykh kultur v Ukraini*. Retrieved from: https://inb.dnsgb.com.ua/2011-3/11_zadorozhna.pdf [in Ukrainian]

ORCID

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



2023 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.