УДК 582.661.21:631.53.04]:631.559
DOI :10.37128/2707-5826-2025-2-7

ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ І ГЛИБИНИ СІВБИ

***М.Л. ТИРУСЬ**, кандидат с.-г. наук, доцент, зав. кафедри технологій у рослинництві, Львівський національний університет природокористування*

Для встановлення урожайності амаранту та формування елементів продуктивності залежно від способу та глибини сівби у 2021–2023 рр. на дослідному полі Львівського національного університету природокористування проводили польові дослідження. У двох дослідах вивчались чотири способи сівби з міжряддями 15 см, 30 см, 45 см і 60 см та п'ять варіантів з різною глибиною загортання насіння: 1см, 2 см, 3 см, 4 см, 5 см.

Кількість рослин сорту Лєра на одиниці площі залежала від способу сівби і коливалась в межах 22-24 рослини/м^2. Внаслідок оптимізації площі живлення за сівби з міжряддями 15 см та 30 см, на цих варіантах формувалась довша волоть – 68 см. Маса насіння з рослини була найвищою (18,0 г) за ширини міжрядь 45 см. Біологічна врожайність зерна амаранту за сівби з міжряддями 15 см, 30 см була майже на одному рівні 4,06 та 4,09 т/га. За відстані між рядками 45 см вона зменшилась на 0,13 т/га, а за сівби на 60 см – на 0,26 т/га.

За сівби на глибину 1-3 см довжина волоті становила 63-65 см, а за глибини загортання насіння 4 см і 5 см лише 53см і 42 см. Маса насіння з однієї рослини вища на варіантах з оптимальною глибиною загортання. Відносно незначна різниця (0,8–2,1 г) між варіантами з глибиною сівби на 1-3 см та 4-5 см пояснюється набагато меншою кількістю рослин на варіантах з більшою глибиною сівби. Маса 1000 насінин теж була найвищою за глибини сівби в межах 1-3 см, де вона становила 0,81-0,84 г. За глибини сівби на 4-5 см цей показник різко зменшувався до 0,72-0,70 г. Найвища біологічна врожайність зерна амаранту сорту Харківський 1 формувалась за сівби на 2 см – 3,88 т/га. Вона зменшувалась на 0,21 т/га за сівби на глибину 1 см та на 0,41 т/га при загортанні насіння на глибину 3 см. За сівби на 4 см та 5 см урожайність зменшувалась відповідно до 2,37 т/га та 1,62 т/га, або на 1,51 т/га та 2,26 т/га. Найвищі показники густоти рослин (23-24 р/м^2), довжина волоті (68 см), маса 1000 зерен (0,90-0,92 г) та урожайність (4,06- 4,09 т/га) зерна амаранту сорту Лєра формувались за сівби з шириною міжрядь 15 см і 30 см. Найбільша урожайність (3,88 т/га) амаранту сорту Харківський 1 формувалась за глибини сівби 2 см. Таку урожайність одержано за густоти рослин 28 шт/м^2, довжини волоті 65 см, маси насіння з рослини 14,4 г, маси 1000 насінин 0,84 г.

***Ключові слова:** амарант, густота рослин, спосіб сівби, довжина волоті, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен.*

Табл. 2. Рис. 2. Літ. 19.

Постановка проблеми. Повністю реалізувати потенціал технології вирощування амаранту можна за умови оволодіння знаннями з особливостей вирощування, біології і морфології рослини, формування елементів структури врожаю. Проте одержані дослідні дані із структури врожаю амаранту ще недостатньо систематизовані. У більшості випадків вони недостатньо пояснюють зміни в урожайності і є лише доповнюючим матеріалом. Необхідно враховувати, що за допомогою агрозаходів можна внести необхідні корективи до формування елементів продуктивності на більшості фаз росту та розвитку. Звідси гостро постає питання встановлення оптимальності параметрів основних елементів

продуктивності амаранту. Показники найкращого співвідношення елементів продуктивності між собою дуже відрізняються і часто мають суперечливий характер. Урожайність зерна амаранту визначається двома основними узагальнювальними показниками – кількість рослин на одиниці площі і маса зерна з однієї рослини. Своєю чергою ці елементи структури врожаю залежать від інших дрібніших компонентів. І кожен з них має свою нішу в структурі і величині врожаю. Тому без досконалого володіння знаннями зі структури врожаю неможливе ефективне застосування інтенсивної технології вирощування амаранту. Завданням досліджень було встановити вплив на елементи структури врожаю амаранту способу сівби та глибини загортання насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Елементи структури врожаю амаранту для умов лівобережної України досить широко вивчались науковцями Гопцій [1] та Дудка [6]. Зменшення продуктивності посівів може відбуватись як на зріджених посівах, так і на загущених. Як зазначають дослідники, показник критичної густоти, при якій конкуренція між окремими рослинами в посіві стає істотною, а їх продуктивність в посіві – значно меншою за максимальну індивідуальну, був при 6,3 рослин/м^2 [9; 11].

Немає однозначних рекомендацій щодо густоти стояння рослин. Вивчення густот 17, 35, 70, 140 р/м^2 показало, що найвища врожайність формувалась за максимальної густоти рослин 140 р/м^2 [13]. У Румунії теж встановлено перевагу гутих посівів, за густоти рослин 70 рослин/м^2 урожайність становила 3,653 т/га, а за густоти 100 рослин/м^2 збільшувалась до 4,024 т/га [16]. Проте за іншими даними найвищу урожайність 2,8 -3,2 т/га в Італії одержували за значно меншої густота 30 – 60 рослин/м^2 [14]. Аналогічні результати одержані в дослідженнях у Нігерії, де зерновий амарант дає оптимальні показники врожайності зерна при вирощуванні за щільності агрофітоценозу 60 р/м^2 [17].

В Україні також наукові рекомендації щодо густоти рослин досить відрізняються. Так, за даними Кравцова з співавт [7] найвища врожайність зерна амаранту була за висіву 150 тис. шт/га. У сорту Лера вона становила 3,34 т/га, у сорту Харківський 1 - 3,06т/га. Подальше збільшення або зменшення щільності посіву забезпечило падіння рівня урожайності. Найвища врожайність формується за оптимальної густоти під час росту і розвитку в межах 10-25 рослин на 1м^2 [10]. На 1 метрі довжини рядка рекомендується залишати 10-12 рослин [5].

Насіння амаранту дуже дрібне: маса 1000 зерен становить 0,4 г[15]. За даними [3], середня маса насіння амаранту дещо вища і становить 0,5 г. На останніх фазах росту і розвитку рослин вищий рівень урожайності досягається внаслідок кращої виповненості зерна, тобто внаслідок підвищення маси 1000 зерен. В умовах правобережного Лісостепу маса 1000 насінин була такою: найвища у сорту Харківський 0,69-0,70 г, у сорту Геліос 0,63-0,69 г, у сорту Сем 0,60-0,64 г [12]. За результатами досліджень в умовах Лівобережного Лісостепу

України маса 1000 насінин коливалася, залежно від умов року, та становила в сорту Ультра 0.51 – 0.68 г та у сорту Студентський – 0.57 – 0.71 г [2]. Маса 1000 зерен у сорту Геліос була найменша і становила 0,664 г, а в сорту Ацтек найвища - 0,710 г [8]. В інших дослідженнях маса 1000 насінин у різних сортів амаранту коливалась від 0,65 до 0,83 г. Цей показник визначається більше генетичними особливостями сорту, ніж елементами технології [17]. Дещо вища маса 1000 насінин одержана в умовах Словаччини, вона залежно від сорту коливалась в межах 0,77 – 0,97 г [19]. Відзначається також, що маса 1000 насінин може коливатися в межах 0,6-1,1 г [18]. Встановлено, що маса 1000 насінин була вища на варіантах з тривалішою вегетацією. За сівби у період 15 квітня – 15 травня маса 1000 насінин найвища і становить 0,82-0,89 г. За літніх строків сівби формується щупле, дуже дрібне зерно. У дослідженнях Гудковської та Гопцій [4] в умовах Харківської області маса 1000 насінин коливалася залежно від умов року та становила в сприятливих умовах розвитку у сорту Ультра 0,51 – 0,68 г, у сорту Студентський – 0,57 – 0,71 г. Маса насіння з рослини коливалась в межах 22,5-38,1 г. У сорту Сем вона найвища і становить 33,1-38,1 г, у сорту Харківський 1 25,0-28,8 г, у сорту Геліос – 22,5-25,6 г [12].

Постановка завдання. З метою вивчення урожайності амаранту та формування елементів продуктивності залежно від способу та глибини сівби у 2021–2023 рр. на дослідному полі Львівського національного університету природокористування проводили польові дослідження. У двох дослідах вивчались чотири способи сівби з міжряддями 15 см, 30 см, 45 см і 60 см та п'ять варіантів з різною глибиною загортання насіння: 1см, 2 см, 3 см, 4 см, 5 см. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 2,3 %. Вміст легкогідролізованого азоту – 80–84 мг, рухомих форм фосфору і калію (за методикою Чирикова) – відповідно 108-114 мг і 98–108 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, pH сольової витяжки – 6,0. Попередником амаранту була озима пшениця, після збирання якої проводили дискування стерні та в жовтні зяблеву оранку. Система удобрення передбачала внесення $N_{160}P_{60}K_{120}$. Восени під оранку внесли фосфорні і калійні добрива – $P_{60}K_{120}$. Навесні закривали вологу важкими боронами. Під передпосівну культивацію вносили N_{160}. Пів норми азоту N_{80} давали у вигляді аміачної селітри, іншу половину N_{80} – у вигляді карбаміду. Норма висіву становила 0,4 млн/га, тобто 40 насінин на 1м^2. Сіяли 30 квітня. Для боротьби з бур'янами використовували міжрядні обробітки та гербіцид Фюзилад Форте (1,0 л/га). Обприскування проводили ранцевим оприскувачем з розрахунку витрати 200 л/га робочого розчину. Скошування амаранту проводили у фазі повної стиглості насіння в нижній і середній частинах волоті, після підсихання амарант обмолочували. Досліджували елементи структури врожаю, оскільки рівень урожайності зерна амаранту найбільше залежить від кількості рослин на одиниці

площі та їх індивідуальної продуктивності.

Виклад основного матеріалу. Певними цілеспрямованими елементами технології можна збільшувати як густоту рослин на одиниці площі так і масу зерна з однієї волоті. У більшості випадків два цих головних елементи продуктивності розвиваються у протилежних напрямках. Збільшення густоти рослин призводить до зменшення маси зерна з волоті, і навпаки. Тому необхідне їх оптимальне поєднання, яке може бути досить різним. У наших дослідженнях способи сівби впливали на елементи структури врожаю амаранту сорту Лєра. Кількість рослин на одиниці площі залежала від способу сівби і коливалась в межах 22-24 рослини/м^2 (табл. 1).

Таблиця 1

Елементи структури врожаю амаранту сорту Лєра залежно від способу сівби, (середнє за 2021-2023 рр.).

Спосіб сівби	Кількість рослин, шт/м^2	Довжина волоті, см	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин	Біологічна врожайність, т/га
15 см	24	68	16,9	0,92	4,06
30 см	23	68	17,8	0,90	4,09
45 см	22	65	18,0	0,88	3,96
60 см	22	63	17,4	0,87	3,83

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

Внаслідок оптимізації площі живлення за сівби з міжряддями 15 см та 30 см, на цих варіантах формувалась довша волоть – 68 см. Інший важливий показник, маса насіння з рослини була найвищою (18,0 г) за ширини міжрядь 45 см. Зменшення цього показника за сівби з міжряддями 15 см та 30 см пояснюється тим, що на цих варіантах була дещо більша густота рослин до збирання.

Маса 1000 насінин змінювалась під впливом способу сівби (рис.1).

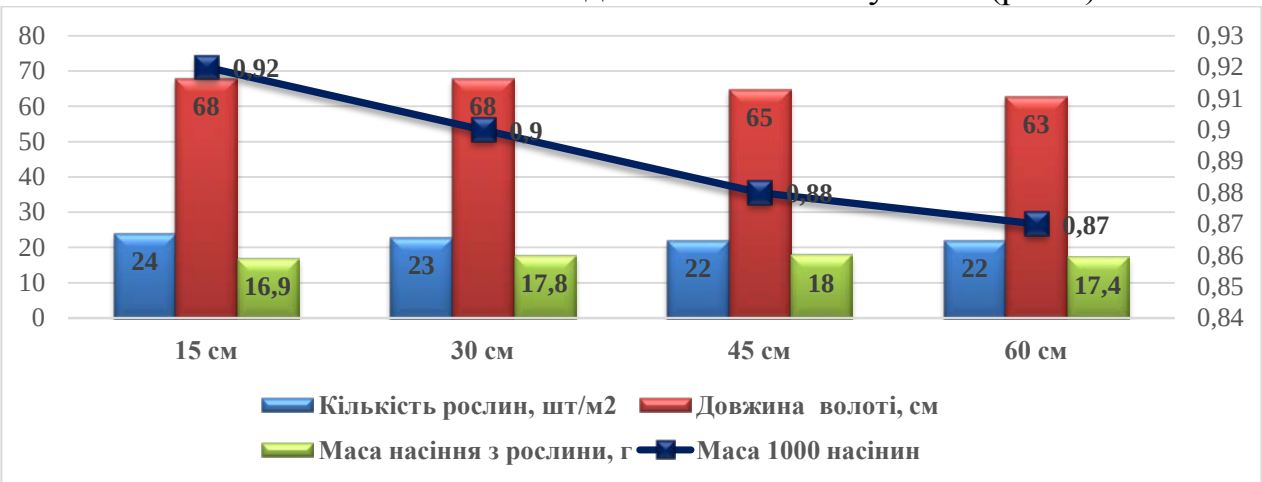

Рис. 1. Маса 1000 насінин залежно від способу сівби та елементів структури врожаю амаранту сорту Лєра, (середнє за 2021-2023 рр.).

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено сильний зворотний вплив способу сівби на масу 1000 насінин амаранту, про що свідчить коефіцієнт кореляції *r = -0,99*. Таку закономірність можна виразити регресійним рівнянням: *Маса 1000 насінин, г = 0,93500 - 0,0170 * Спосіб сівби*

Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,98$

Кількість рослин на м^2 також мала сильний вплив на формування величини насіння: зменшення густоти рослин у рядку сприяла збільшенню маси 1000 насінин. Про що свідчить коефіцієнт кореляції *r = 0,98*. *Так*у закономірність достовірно описує рівняння регресії:

*Маса 1000 насінин = 0,37545 + 0,02273 * Кількість рослин, шт/м^2*

Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,96$.

Біологічна врожайність зерна амаранту за сівби з міжряддями 15 см, 30 см була майже на одному рівні 4,06 та 4,09 т/га. За відстані між рядками 45 см вона зменшилась на 0,13 т/га, а за сівби на 60 см – на 0,26 т/га. Простежено сильний прямий вплив довжини волоті на формування біологічної врожайності, коефіцієнт кореляції становив *r = 0,98*. Рівняння регресії виглядає наступним чином:

*Біологічна врожайність, т/га = 0,86833 + 0,04722 * Довжина волоті, см*

Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,97$

У дослідженнях з вивченням глибини сівби довжина волоті закономірно зменшувалась при збільшенні глибини загортання насіння, про що свідчить коефіцієнт кореляції (*r = 0,97*). Так, за сівби на 1-3 см вона становила 63-65 см, а за глибини загортання насіння 4 см і 5 см лише 53 см і 42 см (табл. 2).

Таблиця 2

Елементи структура урожаю амаранту сорту Харківський 1 залежно від глибини сівби, (середнє за 2022-2024 рр.).

Глибина сівби, см	Кількість рослин, шт/м^2	Довжина волоті, см	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин	Біологічна врожайність, т/га
1	27	63	14,3	0,82	3,67
2	28	65	14,4	0,84	3,88
3	25	64	14,4	0,81	3,47
4	19	53	13,6	0,72	2,37
5	15	42	12,3	0,70	1,62

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

Це можна пояснити тим, що рослини на останніх двох варіантах виходили на поверхню ґрунту пізніше, ослабленими і відставали в рості впродовж вегетації.

Маса насіння з однієї рослини вища на варіантах з оптимальною глибиною загортання. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено сильний вплив густоти стояння та довжини волоті на масу насіння амаранту однієї рослини, про що свідчать коефіцієнти кореляції *r = 0,94* та *r = 0,99* відповідно.

Відносно незначна різниця (0,8–2,1 г) між варіантами з глибиною сівби

на 1-3 см та 4-5 см можна пояснити набагато меншою кількістю рослин на варіантах з більшою глибиною сівби. За сівби на 1-3 см рослини інтенсивно розвиваються уже на старті росту, швидше формують фотосинтетичну поверхню. Внаслідок цього в них розвивається більша коренева система, порівняно з рослинами на варіантах з глибокою сівбою. Зростає площа живлення, вони краще забезпечені вологою, світлом, можуть засвоїти необхідну кількість елементів живлення з більшої площі.

Маса 1000 насінин теж була найвищою за глибини сівби в межах 1-3 см, де вона становила 0,81-0,84 г. За глибини сівби на 4-5 см цей показник різко зменшувався до 0,72-0,70 г. Визначено сильний вплив густоти рослин, довжини волоті та маси насіння 1 рослини на формування маси 1000 насінин амаранту, про що свідчать коефіцієнти кореляції *r = 0,99, r = 0,95, r = 0,90* відповідно. Встановлено сильний зворотний зв'язок між глибиною сівби та масою 1000 насінин досліджуваного сорту, коефіцієнт кореляції становив *r = -0,90*.

Найвища біологічна врожайність зерна амаранту сорту Харківський 1 формувалась за сівби на 2 см – 3,88 т/га. Вона зменшувалась на 0,21 т/га за сівби на глибину 1 см та на 0,41 т/га при загортанні насіння на глибину 3 см. За сівби на 4 см та 5 см урожайність дуже зменшувалась у півтора-два рази, відповідно до 2,37 т/га та 1,62 т/га, або на 1,51 т/га та 2,26 т/га.

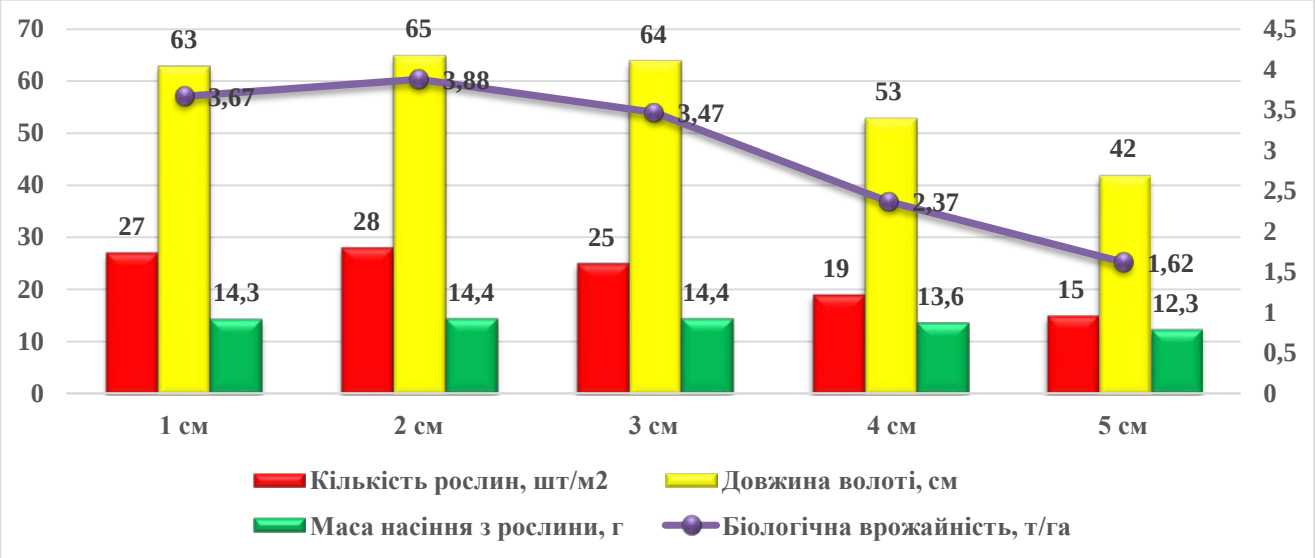

Рис. 2. Вплив глибини сівби та елементів структури врожаю на біологічну врожайність амаранту сорту Харківський 1, (середнє за 2022-2024 рр.).

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено сильний вплив на формування біологічної врожайності сорту амаранту Харківський 1 густоти стояння (*r = 0,99*), довжини волоті (*r = 0,98*), маси насіння з рослини (*r = 0,96*), маси 1000 насінин (*r = 0,99*). Між біологічною врожайністю та

глибиною сівби помічено сильний зворотний зв'язок (*r = -0,92).*

Дані закономірність достовірно описують рівняння регресії:

*Біологічна врожайність, т/га = -11,14 + 1,0248 * Маса насіння з рослини, г* (1) Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,96$

*Біологічна врожайність, т/га = -2,538 + 0,09652 * Довжина волоті, см* (2) Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,98$

*Біологічна врожайність, т/га = -0,9409 + 0,17293 * Кількість рослин, шт/м*^{2} (3) Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,99$

*Біологічна врожайність, т/га = 4,6850 - 0,5610 * Глибина сівби, см* (4) Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,92$

*Біологічна врожайність, т/га = -8,703 + 15,045 * Маса 1000 насінин* (5) Коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,98$

Висновки і перспективи подальших досліджень. В умовах достатнього зволоження Лісостепу західного, найвищі показники густоти рослин (23-24 р/м^2), довжини волоті (68 м), маси 1000 зерен (0,90-0,92 г) та урожайність (4,06-4,09 т/га) зерна амаранту сорту Лєра формувались за сівби з шириною міжрядь 15 см і 30 см. Найвищу врожайність (3,88 т/га) амаранту сорту Харківський 1 забезпечила глибина сівби 2 см. Таку урожайність одержано за густоти рослин 28 шт/м^2, довжини волоті 65 см, маси насіння з рослини 14,4 г, маси 1000 насінин 0,84 г. Подальше збільшення глибини негативно вплинуло на показники елементів структури та призвело до зниження врожайності. Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні закономірностей формування урожайності і якості насіння амаранту залежно від агротехнічних заходів в умовах Лісостепу західного.

Список використаних джерел

1. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія. Гопцій Т.І. Харків. ХНАУ. 2018. 362 с.

2. Гусєв М. Г., Войташенко Д. П. Продуктивність амаранту зернового напряму залежно від способу сівби та норми висіву. *Міжнародний тематичний науковий збірник «Зрошуване землеробство».* 2006. Вип. 46. С.109 −112.

3. Грюнвальд Н. Вирощування амаранту в Україні. Історія, стан і перспективи. *Věda a perspektivy.* 2022. 5. 12. С. 162-179. https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-5(12)-162-179.

4. Гудковська Н.Б., Гопцій Т. І. Урожайність зерна амаранту залежно від строків та способів сівби в умовах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання".* 2018. Вип. 2. С. 112 – 124.

5. Дейнега А.К. Амарант культура XXI століття. 2022. "Амарант України". 42 с.

6. Дудка М.І. Агротехнологічні основи підвищення продуктивності однорічних кормових культур в північному Степу України. Дис. доктора с.-г. наук 06.01.09 рослинництво. Дніпро. 2020. 480 с.

7. Кравцов О.В., Юркевич Є.О.,Валентюк Н.О. Зерновий амарант – напрямки використання та перспективи вирощування в південному Степу України. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку. Збірник матеріалів ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 24-25 листопада 2022 року. Одеса. ОДАУ. 2022. С. 67−71.

8. Любич В.В., Манзій О.П., Войтовська В.І., Климович Н.М. Фізико-хімічні властивості зерна амаранту залежно від сорту та вологості. *Новітні агротехнології.* 2023. 11. 1. С. 1−6. https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.275736

9. Мішин С.М., Когут С.Г., Когут І.М. Математична інтерпретація залежності насіннєвої врожайності амаранту від густоти посіву. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2011. Вип. 57. С. 124–130.

10. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: 5-те вид., виправ., доповн., додатковий випуск. Львів. НВФ "Українські технології". 2022. 808 с. https://doi.org/10.31073/roslynnytstvo5vydannya.

11. Тирусь М. Урожайність амаранту залежно від способу сівби в умовах західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного університету природокористування. «Агрономія»*. 2024. 28. С. 84–88. https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.084

12. Яценко В. В., Яценко Н. В., Рогальський С. В., Січкар А. О., Новак Ю. В. Формування продуктивності сортів амаранту в Правобережному Лісостепу України за дії абсорбенту MaxiMarin. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2023. 19. 4. С.262-269. https://doi: 10.21498/2518-1017.19.4.2023.291231.

13. Arezoo Pourfarid, Behnam Kamkar and Gholam Abbas Akbari The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (Amaranthus spp.) *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2014. Vol. 3 (12). P. 1256−1259.

14. Casini P., La Rocca F. *Amaranthus cruentus L.* is suitable for cultivation in Central Italy: field evaluation and response to plant densities. *Italian Journal of Agronomy*. 2014. 9 (602). P. 166–175. https://doi.org/10.4081/ija.2014.602.

15. Fadeev L. (2024). Амарант. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 24 (1). P. 13–19. https://doi.org/10.15673/gpmf.v24i1.2875.

16. Marin D.I., Bolohan C., Mihalache M., Rusu T. Research on *Amaranthus cruentus L.* and *Amararanthus hypochondriacus L.* species grown in south-eastern Romania (*Moara Domnească – ilfov*). *Scientific Papers*, UASVM Bucharest. Series A.

2011. Vol. LIV. 297−302.

17. Olofintoye J.A.T., Abayomi Y.A., Olugbemi O. Yield responses of grain amaranth (*Amaranthus cruentus L.)* varieties to varying planting density and soil amendment. *African Journal of. Agricultural Research.* 2015. 10 (21). P. 2218−2225 https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9746.

18. Sots S., Kustov I., Lapinska A., Kotsiuk A., Chehlatoniev V. Амарант: проблеми і перспективи переробки. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2024. 24 (2). P. 4−9. https://doi.org/10.15673/gpmf.v2024i2.2815.

19. Szabóová M., Záhorský M., Gažo J., Geuens J., Vermoesen A., D'Hondt E., Hricová A. (2020). Differences in Seed Weight, Amino Acid, Fatty Acid, Oil, and Squalene Content in γ-Irradiation-Developed and Commercial Amaranth Varieties (*Amaranthus* spp.). *Plants*. 9 (11) P. 1412. https://doi.org/10.3390/plants9111412.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Hoptsii T.I., (2018). Amarant: selektsiia, henetyka ta perspektyvy vyroshchuvannia: monohrafiia [*Amaranth: breeding, genetics and prospects of cultivation: monograph*]. KhNAU [in Ukrainian].

2. Husiev M.H., Voitashenko D.P. (2006). Produktyvnist amarantu zernovoho napriamu zalezhno vid sposobu sivby ta normy vysivu [*Productivity of grain amaranth depending on sowing method and seeding rate*]. *Mizhnarodnyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zroshuvane zemlerobstvo». − International Thematic Scientific Collection "Irrigated Agriculture"*. 46. 109−112. [in Ukrainian].

3. Griunvald N. (2022). Vyroshchuvannia amarantu v Ukraini. Istoriia, stan i perspektyvy [*Growing amaranth in Ukraine. History, state and prospects*]. *Věda a perspektivy.* 5 (12). 162−179. https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-5(12)-162-179 [in Ukrainian].

4. Hudkovska N.B., Hoptsii T.I. (2018). Urozhainist zerna amarantu zalezhno vid strokiv ta sposobiv sivby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Grain yield of amaranth depending on terms and methods of sowing in the conditions of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia "Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia"– Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series "Planting, breeding and seeds, fruiting and storage"*, 2. 112−124. [in Ukrainian].

5. Deinega A.K. (2022). Amarant kultura XXI stolittia [*Amaranth is the culture of the XXI century*]. *Amarant Ukrainy − "Amaranth of Ukraine"* [in Ukrainian].

6. Dudka, M.I. (2020). Ahrotekhnolohichni osnovy pidvyshchennia produktyvnosti odnorichnykh kormovykh kultur v pivnichnomu Stepu Ukrainy [*Agrotechnological bases of increasing the productivity of annual forage crops in the northern Steppe of Ukraine*]. Doctoral dissertation, Dnipro. [in Ukrainian].

7. Kravtsov O.V., Yurkevych Ye.O., Valentiuk N.O. (2022). Zernovyi amarant – napriamky vykorystannia ta perspektyvy vyroshchuvannia v pivdennomu Stepu Ukrainy

[*Grain amaranth - directions of use and prospects of cultivation in the southern Steppe of Ukraine*]. In Ahrarna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku. P. 67−71. ODAU. [in Ukrainian].

8. Liubych V.V., Manzii O.P., Voitovska V.I., Klymovych N.M. (2023). Fizyko-khimichni vlastyvosti zerna amarantu zalezhno vid sortu ta volohosti [*Physicochemical properties of amaranth grain depending on variety and moisture*]. *Novitni ahrotekhnolohii − The latest agrotechnology*. 11 (1). 1−6. https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.275736 [in Ukrainian].

9. Mishyn S.M., Kohut S.H., Kohut I. M. (2011). Matematychna interpretatsiia zalezhnosti nasinnievoi vrozhainosti amarantu vid hustoty posivu [*Mathematical interpretation of the dependence of amaranth seed yield on sowing density*]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria − Agrarian Bulletin of the Black Sea.* 57. 124−130. [in Ukrainian].

10. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. (2022). Roslynnytstvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur [*Plant growing. New technologies for growing field crops*]. (5th ed.). NVF "Ukrainski tekhnolohii". https://doi.org/10.31073/roslynnytstvo5vydannya [in Ukrainian].

11. Tyrus M. (2024). Urozhainist amarantu zalezhno vid sposobu sivby v umovakh zakhidnoho Lisostepu [*Amaranth yield depending on sowing method in the conditions of the western Forest-Steppe*]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu pryrodokorystuvannia. Ahronomiia. − Bulletin of Lviv National University of Environmental Management. Agronomy*. 28. 84−88. https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.084 [in Ukrainian].

12. Yatsenko V.V., Yatsenko N.V., Rohalskyi S.V., Sichkar A.O., Novak Yu.V. (2023). Formuvannia produktyvnosti sortiv amarantu v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy za dii absorbentu MaxiMarin [*Formation of productivity of amaranth varieties in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine under the action of MaxiMarin absorbent*]. *Plant Varieties Studying and Protection.* 19 (4). 262−269. https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291231 [in Ukrainian].

13. Pourfarid A., Kamkar B., Akbari G.A. (2014). The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (Amaranthus spp.). *International Journal of Farming and Allied Sciences.* 3 (12). P. 1256−1259. [In English].

14. Casini P., La Rocca F. (2014). Amaranthus cruentus L. is suitable for cultivation in Central Italy: field evaluation and response to plant densities. *Italian Journal of Agronomy*. 9 (602). P. 166−175. https://doi.org/10.4081/ija.2014.602.

15. Fadeev L. (2024). Amarant [Amaranth]. Grain Products and Mixed Fodder's, 24 (1). P. 13−19. https://doi.org/10.15673/gpmf.v24i1.2875. [In English].

16. Marin D.I., Bolohan C., Mihalache M., Rusu T. (2011). Research on Amaranthus cruentus L. and Amararanthus hypochondriacus L. species grown in south-

eastern Romania (Moara Domnească – ilfov). *Scientific Papers*, UASVM Bucharest, Series A, LIV, P. 297-302. [In English].

17. Olofintoye J.A.T., Abayomi Y.A., Olugbemi O. (2015). Yield responses of grain amaranth (Amaranthus cruentus L.) varieties to varying planting density and soil amendment. *African Journal of Agricultural Research*. 10 (21). P. 2218−2225. https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9746. [In English].

18. Sots S., Kustov I., Lapinska A., Kotsiuk A., Chehlatoniev V. (2024). Amarant: problemy i perspektyvy pererobky [*Amaranth: problems and prospects of processing*]. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 24 (2). P. 4−9. https://doi.org/10.15673/gpmf.v2024i2.2815. [In English].

19. Szabóová M., Záhorský M., Gažo J., Geuens J., Vermoesen A., D'Hondt E., Hricová A. (2020). Differences in Seed Weight, Amino Acid, Fatty Acid, Oil, and Squalene Content in γ-Irradiation-Developed and Commercial Amaranth Varieties (Amaranthus spp.). *Plants*. 9 (11). P. 1412. https://doi.org/10.3390/plants9111412. [In English].

ANNOTATION
ELEMENTS OF AMARANTH CROP STRUCTURE DEPENDING ON THE METHOD AND DEPTH OF SOWING

To establish the yield of amaranth and the formation of productivity elements depending on the method and depth of sowing in 2021–2023, field studies were conducted at the experimental field of the Lviv National University of Environmental Management. In two experiments, four sowing methods with row spacings of 15 cm, 30 cm, 45 cm and 60 cm and five options with different seed embedding depths were studied: 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm.

The number of plants of the Lera variety per unit area depended on the sowing method and ranged within 22-24 plants/m^2. As a result of optimizing the feeding area for sowing with row spacings of 15 cm and 30 cm, a longer panicle was formed on these options - 68 cm. The mass of seeds per plant was the highest (18.0 g) with a row spacing of 45 cm. The biological yield of amaranth grain when sowing with row spacings of 15 cm and 30 cm was almost at the same level of 4.06 and 4.09 t/ha. When the row spacing was 45 cm, it decreased by 0.13 t/ha, and when sowing at 60 cm, it decreased by 0.26 t/ha.

When sowing to a depth of 1-3 cm, the length of the panicle was 63-65 cm, and when the seed embedding depth was 4 cm and 5 cm, it was only 53 cm and 42 cm. The mass of seeds from one plant is higher in the variants with the optimal embedding depth. The relatively insignificant difference (0.8–2.1 g) between the variants with a sowing depth of 1-3 cm and 4-5 cm is explained by a much smaller number of plants in the variants with a greater sowing depth. The weight of 1000 seeds was also the highest at a sowing depth of 1-3 cm, where it was 0.81-0.84 g. At a sowing depth of 4-5 cm, this indicator sharply decreased to 0.72-0.70 g. The highest biological yield of amaranth grain of the Kharkivskyi 1 variety was formed at a sowing depth of 2 cm – 3.88 t/ha. It decreased by 0.21 t/ha at a sowing depth of 1 cm and by 0.41 t/ha when the seeds were covered to a depth of 3 cm. At sowing depths of 4 cm and 5 cm, the yield decreased to 2.37 t/ha and 1.62 t/ha, respectively, or by 1.51 t/ha and 2.26 t/ha. The highest plant density (23-24 g/m^2), panicle length (68 cm), 1000-grain weight (0.90-0.92 g) and yield (4.06-4.09 t/ha) of amaranth grain of the Lera variety were formed when sowing with a row spacing of 15 cm and 30 cm. The highest yield (3.88 t/ha) of amaranth variety Kharkivskyi 1 was

formed at a sowing depth of 2 cm. Such yield was obtained at a plant density of 28 pcs/m^2, panicle length of 65 cm, seed weight per plant of 14.4 g, and 1000-seed weight of 0.84 g.

***Keywords**: amaranth, plant density, panicle length, grain weight per plant, 1000-grain weight.*

Table 2. Fig. 2. Літ. 19.

Інформація про автора

Тирусь Марія Львівна − кандидат сільськогосподарських наук, доцент, в.о. завідувача кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького (80381, м. Дубляни Львівский р-н Львівська область, Україна e-mail: tyrusmaria0408@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-9882-9540).

Tyrus Mariia Lvivna − Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Technology in Crop Production, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnology of Lviv (80381, Dubliany, Lviv district, Lviv region, Ukraine).