

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРЕН АМАРАНТУ ПІД УЛЬТРАЗВУКОВИМ ВПЛИВОМ

Мороз М.А., Мельник В.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, y.melnyk71@gmail.com

Abstract

The effect of ultrasonic waves on the germination process of amaranth seeds was studied. The prospects for the use of amaranth in the food industry, particularly in oil production, were outlined. A significant impact of ultrasonic waves on seed germination was demonstrated, and recommendations for further application were provided.

Keywords: *amaranth seeds, ultrasonic effect, intensification*

Вступ. За останні роки зерно амаранту та продукти його переробки стали новим ресурсом на глобальному ринку харчової промисловості. Вони вирізняються корисним хімічним складом, безпечністю, високою поживною та біологічною цінністю. У складі цих продуктів є широкий набір функціональних харчових компонентів, які позитивно впливають на фізіологічні процеси, що відкриває значні можливості для їх застосування у харчових технологіях [1].

Зерно амаранту містить до 16% білка, 5 – 6% жирів, 55 – 62% крохмалю, а також пектини, мікро- та макроелементи. За рівнем лізину білок амаранту удвічі перевищує пшеничний. Жири амаранту складаються переважно з ненасичених жирних кислот: олеїнової, лінолевої та ліноленової. Ліпідна фракція амаранту містить до 10% сквалену, який має позитивний вплив на серцево-судинну систему. Крохмаль амаранту відрізняється високими показниками набрякання, в'язкості та здатності до желатинізації [2].

Амарантова олія є ефективним засобом для зміцнення здоров'я, профілактики та лікування різних захворювань. Вона комплексно впливає на організм: стимулює захисні функції, нормалізує обмін речовин, знижує рівень холестерину, покращує роботу печінки та серця, відновлює функції гормональної та імунної систем, сприяє виведенню токсинів і підсилює лікувальний ефект багатьох медичних препаратів [3].

Метою роботи є дослідження впливу ультразвукових хвиль на процес проростання насіння амаранту.

Матеріали та методи. Експеримент проводився на експериментальній ультразвуковій установці в полі дії кавітації, представленої на рис. 1 в лабораторії кафедри біотехніки та інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського. Для оцінки ступеня проростання з кожного зразка обробленого насіння відбирали 3 проби по 10 штук для пророщування. Зерно промивали, замочували в питній воді при температурі 22°C протягом 10 – 12 годин, пророщували при температурі 21°C 23 доби.

Джерелом ультразвукових коливань є низькочастотний генератор 1 (рис. 1) з частотою випромінювання 36 кГц, потужністю 300 Вт і інтенсивністю коливань 1,65 Вт/см³. В колбу заливали 100 мл води та засипали 5 мг амаранту (рис. 2, а). Вмикався ультразвуковий генератор 1 (рис. 2, б).

Під дією ультразвукових хвиль у рідині виникає процес кавітації, що, в свою чергу, призводить до прискорення розчинення та інтенсифікації процесу тепломасообміну [4]. В процесі експериментальних досліджень визначали час, протягом якого відбувалося набухання та кавітація. Отриманий продукт фільтрували через фільтрувальний папір. Процес проводився при температурі $t = 21,^{\circ}\text{C}$, а температура у приміщенні під час дослідження становила близько $23,5^{\circ}\text{C}$. Було сформовано чотири зразки, кількість насінин у кожному зразку становила 12 одиниць: перший – контрольний (без обробки ультразвуком), інші три зразки оброблялися ультразвуком протягом 1, 3 та 5 хвилин відповідно.

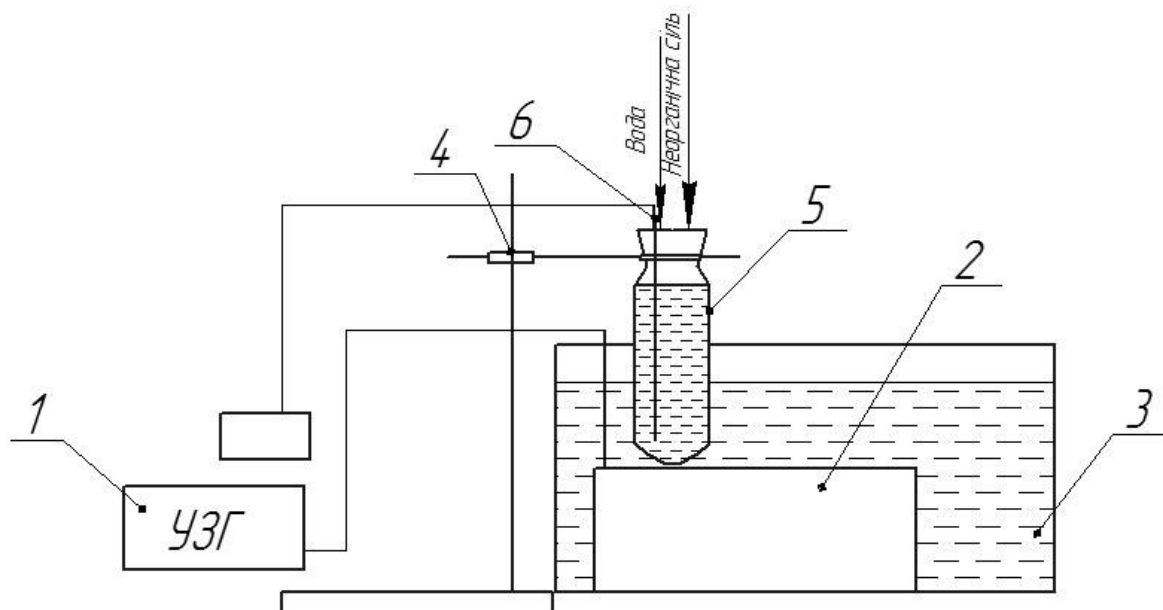
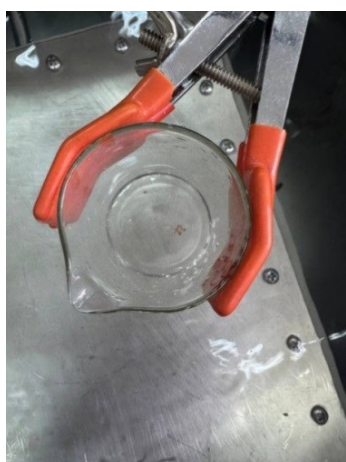
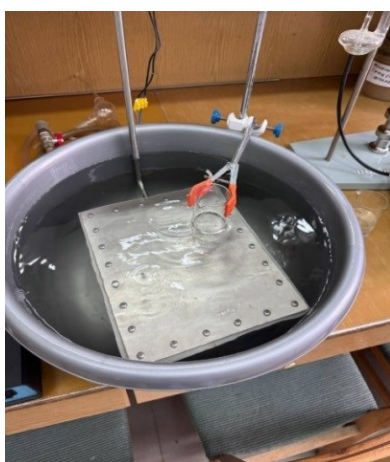


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – ультразвуковий генератор, 2 – перетворювач, 3 – ємність, 4 – штатив, 5 – колба, 6 – термомір.



а



б



в

Рис. 2. Зерна амаранту під дією ультразвуку: а – колба із водою та амарантом; б – колба в полі ультразвукового впливу, в - контрольний зразок зерен амаранту без впливу ультразвуку.

Контрольний зразок дослідили під мікроскопом (рис. 2в) та висадили у субстрат. Цей зразок використовувався як базовий для порівняння результатів та

визначення ефективності ультразвукової обробки. Для даного дослідження використовувався універсальний торф'яний субстрат.

Результати та обговорення. Динаміка проростання насіння амаранту під впливом ультразвуку представлено в табл. 1. На рис. 3 наведено графік росту зерен амаранту на протязі 23 діб.

Таблиця 1. Динаміка проростання насіння амаранту під впливом ультразвуку

	6 доба після висаджування у субстрат	13 доба після висаджування у субстрат	16 доба після висаджування у субстрат	21 доба після висаджування у субстрат	23 доба після висаджування у субстрат
Контрольний зразок (без ультразвуку)	2,6	3,5	3,5	3,7	3,8
Зразок №1 (1 хвилина обробки ультразвуком)	3,2	4,3	4,6	4,9	5,2
Зразок №2 (3 хвилини обробки ультразвуком)	2,9	3,9	4,5	4,5	4,6
Зразок №3 (5 хвилин обробки ультразвуком)	2,4	3,1	3,6	3,8	4,0

Дослідження впливу ультразвукової обробки на насіння амаранту показало, що цей метод суттєво впливає на схожість і ріст рослин. Оптимальна тривалість ультразвукової обробки становить від 1 до 3 хвилин, що забезпечує активацію фізіологічних процесів у насінні без ушкоджень. При обробці протягом 1 хвилини спостерігався найбільший приріст висоти проростків (до 5,2 см), а триваліша обробка в 3 хвилини сприяла збільшенню кількості проростків до 12. Це свідчить про те, що ультразвук у помірних дозах стимулює як ріст, так і кількісну схожість насіння, роблячи його перспективним методом для підвищення продуктивності культур.

Водночас тривала обробка протягом 5 хвилин мала негативний ефект: кількість життєздатних проростків зменшилася до 2, а їхній ріст був обмежений. Це вказує на можливі пошкодження насіння через надмірну стимуляцію. Порівняння з контрольним зразком, який розвивався без ультразвукової обробки, підтвердило, що без зовнішньої стимуляції схожість і ріст були значно меншими. Проростки в контрольній групі досягли висоти лише 3,8 см на 23-тю добу дослідження, що свідчить про потенціал ультразвукової обробки для інтенсифікації ростових процесів. Проте необхідно дотримуватися оптимальних умов, оскільки надмірний вплив призводить до негативних наслідків. Обробка

тривалістю від 1 до 3 хвилин є найбільш збалансованим варіантом, що забезпечує як високу життєздатність насіння, так і покращений ріст проростків.

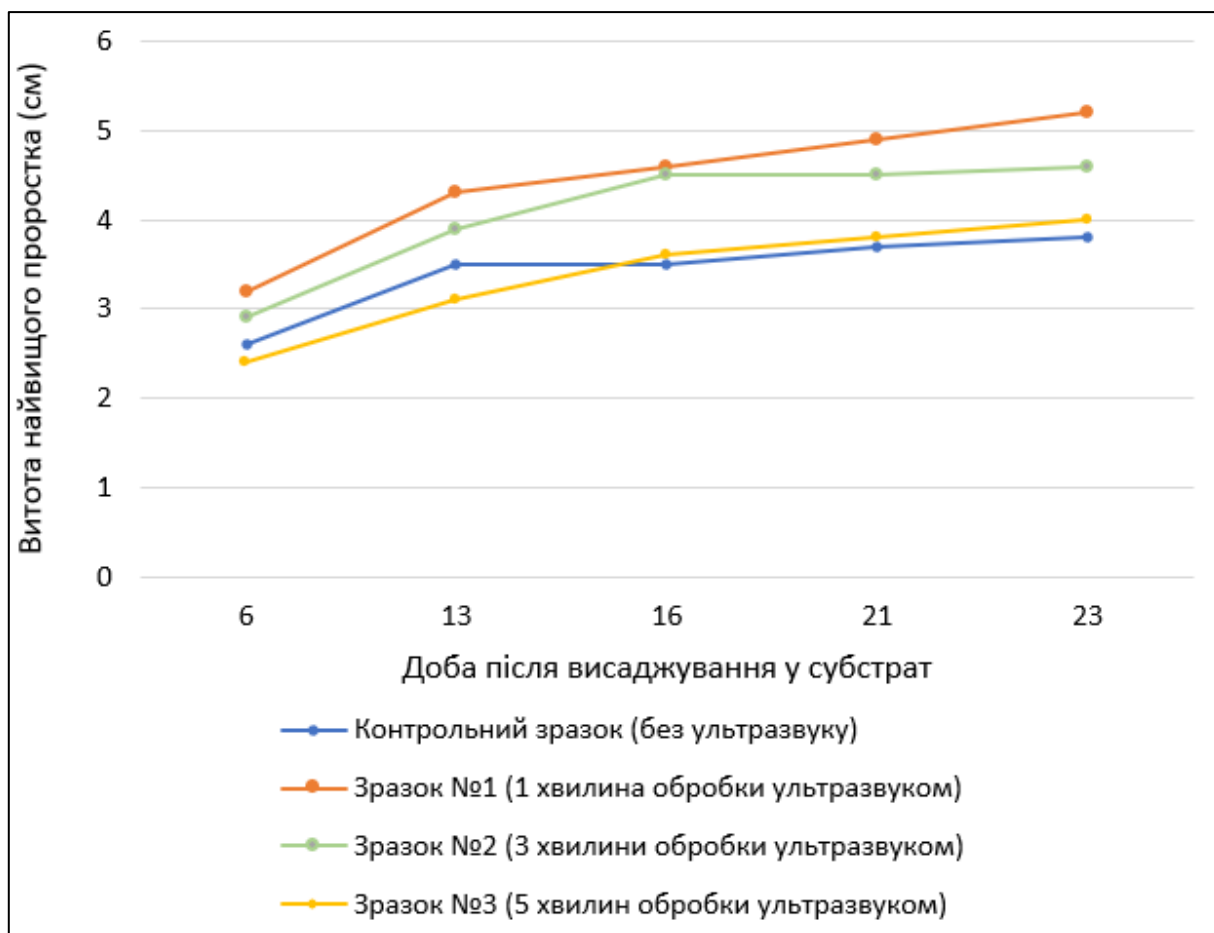


Рис. 3. Порівняльний графік динаміки росту зразків амаранту протягом 23 днів після висадження.

Висновки. Використання ультразвуку може бути ефективним у агротехнічному комплексі для вирощування амаранту та виробництва амарантової олії. Після віджиму амаранту залишається макуха, яка містить до 16% білка і використовується для виробництва комбікормів, зелену масу амаранту (до 250 т/га) застосовують для силосу. Зокрема, амарант є перспективною культурою для виробництва олії через унікальний склад, високу рентабельність та екологічну стійкість. Такі переваги роблять його конкурентоздатним на ринку високоякісних харчових і медичних продуктів.

Список використаної літератури:

1. Velarde-Salcedo A. J., Bojórquez-Velázquez E., Barba de la Rosa A. P. Whole grains and their bioactives: composition and health. *Camino a la presa san josé no. 2055, san luis potosí, méxico* / ред. I. P. d. I. C. у. Т. А.с. 2019. URL: <https://doi.org/10.1002/9781119129486.ch8>.
2. Gamel T. H., Linssen J. P. H. Flavor compounds of popped amaranth seeds. *Journal of food processing and preservation*. 2008. Т. 32, № 4. С. 656–668.
3. Roomy L. W., Murry D. S. Proceedings, international symposium on sorghum grain quality. Patancheru, India : ICRISAT, 1982.
4. Study of heat and mass transfer processes during extraction of plant raw materials under the influence of ultrasound / I. Korobiiichuk та ін. *Ultrasonics sonochemistry*. 2023. Т. 98. С. 106512. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106512>.