

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-52>

УДК 634.7:338.45

СТАДНІК МИКОЛА

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4264-8054>e-mail: stadnik1948@gmail.com**ЛУЦ ПАВЛО**

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-3776-8940>e-mail: lutspn@gmail.com**РУТКЕВИЧ ВОЛОДИМИР**

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6366-7772>e-mail: v_rut@ukr.net**ПУШКА ОЛЕКСАНДР**

Уманський національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6481-8536>e-mail: pushka79@ukr.net

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

У статті розглядаються інноваційні підходи до підвищення конкурентоспроможності продукції волоських горіхів шляхом удосконалення технології післязбиральної обробки з використанням тунельних сушарок. Проаналізовано вплив режимів сушіння (попереднє прогрівання при 28–35 °С, основне сушіння за температури 35–45 °С з регульованою вологістю повітря та фінальне доведення до рівноважної вологості з подальшим охолодженням) на якість ядра горіхів. Встановлено, що контрольоване видалення вологи забезпечує збереження структурної цілісності ядра, зменшує ризик розтріскування шкаралупи та потемніння, сприяє збереженню смакових властивостей і підвищує товарну цінність продукції. Додаткове застосування озонування після сушіння виступає ефективним методом стерилізації, який перешкоджає розвитку цвілевих грибів та інших мікроорганізмів, тим самим подовжуючи термін безпечного зберігання. Використання сучасних сушилних комплексів із системами рекуперації тепла, автоматизованим контролем параметрів процесу та впровадженням екологічно безпечних технологій знезараження забезпечує високу якість та стабільність готової продукції. Отримані результати можуть стати основою для формування ефективних виробничих стратегій, спрямованих на зміцнення позицій українських виробників волоських горіхів у глобальному конкурентному середовищі.

Ключові слова: волоські горіхи, вологість, сушильний агент, сушильна камера, швидкість теплоносія, температура, вентилятор, енергоефективність.

STADNIK MYKOLA, LUTS PAVLO, RUTKEVYCH VOLODYMYR

Vinnitsia National Agrarian University

PUSHKA OLEXANDR

Uman National University

INNOVATIVE APPROACHES TO INCREASING THE COMPETITIVENESS OF WALNUT PRODUCTION

The article considers innovative approaches to increasing the competitiveness of walnut products by improving the technology of post-harvest processing using tunnel dryers. The influence of drying modes (preheating at 28–35 °C, main drying at a temperature of 35–45 °C with controlled air humidity and final adjustment to equilibrium humidity with subsequent cooling) on the quality of walnut kernels is analyzed. It was established that controlled moisture removal ensures the preservation of the structural integrity of the kernel, reduces the risk of shell cracking and darkening, contributes to the preservation of taste properties and increases the market value of the product. The introduction of automated process control systems and the integration of heat recovery and air dehumidification increases energy efficiency and reduces processing time, making the technology economically feasible for industrial application. Additional use of ozonation after drying is an effective sterilization method that prevents the development of mold fungi and other microorganisms, thereby extending the period of safe storage. The additional use of ozonation or ultraviolet irradiation after drying provides effective sterilization, prevents the development of mold fungi and other microorganisms and extends the safe storage period of products. The proposed technology takes into account the physicochemical characteristics of Ukrainian nuts, drying modes and mass transfer, which allows reducing production losses and increasing the country's export potential. The use of modern drying complexes with heat recovery systems, automated control of process parameters and the introduction of environmentally friendly disinfection technologies ensures high quality and stability of the finished product. The results obtained can become the basis for the formation of effective production strategies aimed at strengthening the positions of Ukrainian walnut producers in the global competitive environment.

Keywords: walnuts, humidity, drying agent, drying chamber, coolant speed, temperature, fan, energy efficiency.

Стаття надійшла до редакції / Received 30.08.2025

Прийнята до друку / Accepted 25.09.2025

Постановка проблеми

Волоський горіх належить до високорентабельних та експортно орієнтованих культур України, попит на яку стабільно зростає на світовому ринку завдяки високій харчовій цінності та корисним властивостям [1]. Однак реалізація експортного потенціалу значною мірою стримується недосконалістю післязбиральних технологій. Традиційні методи сушіння та зберігання не забезпечують стабільного контролю вологості й температури, що призводить до потемніння ядра, розвитку цвілевих грибів, зниження смакових характеристик і, як наслідок, втрати товарної якості. Додатковою проблемою є недостатня кількість сучасного високоефективного сушильного обладнання

на вітчизняних підприємствах, що обмежує можливості масової переробки врожаю та зумовлює втрати значної частини продукції. У результаті це негативно впливає на експортну привабливість українських волоських горіхів, знижує їхню конкурентоспроможність порівняно з продукцією країн-лідерів світового ринку. Тому актуальним завданням є впровадження інноваційних технологій сушіння, стерилізації та зберігання, здатних забезпечити високу якість ядра, зменшити виробничі втрати та створити умови для посилення позицій українських виробників у глобальному конкурентному середовищі.

Аналіз останніх джерел

Завдяки сприятливим кліматичним умовам та значним площам садівництва українські горіхи користуються стабільним попитом на міжнародних ринках, особливо в країнах ЄС та Близького Сходу. Проте реалізація цього потенціалу значною мірою обмежується браком сучасного та вискоєфективного обладнання для післязбиральної обробки, зокрема для сушіння [1].

Експортний потенціал волоських горіхів України упродовж 2020–2025 років залишається високим, оскільки країна входить до провідних світових виробників цієї культури. Частка експорту волоських горіхів у шкарлупі від загального експорту України за період 2020–2024 років наведено на рис. 1 [2, 3].

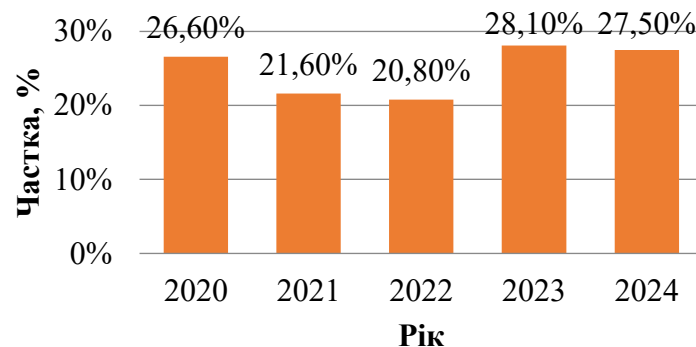


Рис. 1. Частка експорту волоських горіхів у шкарлупі від загального експорту України за період 2020–2024 років

Графік демонструє частку експорту волоських горіхів у шкарлупі від загального експорту України за період 2020–2024 років. У 2020 році ця частка становила 26,6%. У 2021–2022 роках спостерігалось її зниження до 21,6% та 20,8% відповідно. Проте в 2023–2024 роках частка експорту горіхів у шкарлупі почала зростати і досягла 28,1% та 27,5%, перевищивши рівень 2020 року. Таким чином, після тимчасового падіння експорт волоських горіхів у шкарлупі відновився і показує позитивну динаміку.

Аналіз динаміки вартості волоського горіха (рис. 2) протягом 2020–2025 років свідчить про чіткий розрив між цінами на цілий горіх у шкарлупі та очищене ядро [3]. Якщо вартість неочищених горіхів залишалася на рівні 15–40 грн/кг, із незначними коливаннями залежно від урожайності та попиту, то ціни на ядро – особливо на великі половинки («бабочка») – демонстрували стрімке зростання. За п'ять років «бабочка» подорожчала з приблизно 100 грн/кг до 250 грн/кг, половинки – з 90 до 220 грн/кг, а дрібні фракції зросли з 50 до 180 грн/кг. Це свідчить про те, що ринок дедалі більше цінує якісне ядро, придатне для експорту та використання в кондитерській і харчовій промисловості.

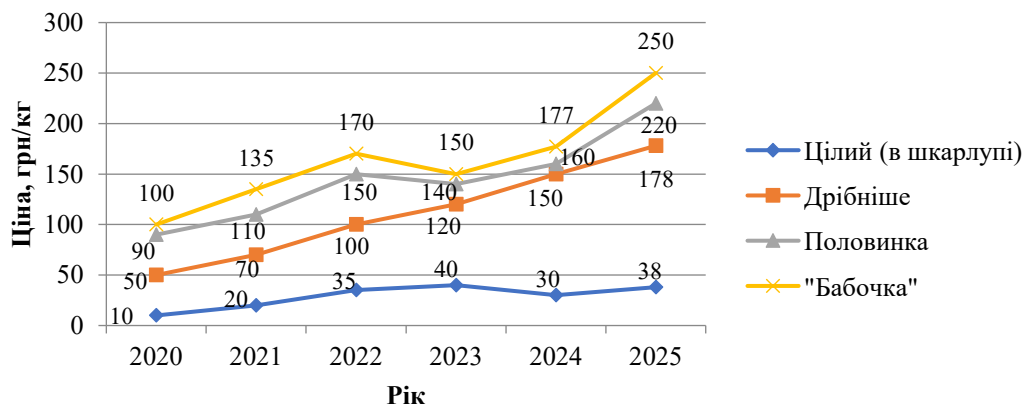


Рис. 2. Динаміка цін на волоські горіхи в Україні протягом 2020–2025 років

Основною причиною такого розриву є різниця в доданій вартості: очищене ядро потребує затрат на лущення, сортування, сушіння та пакування, але натомість дає можливість отримати в кілька

разів вищу ціну, ніж реалізація цілого горіха в шкаралупі. Крім того, глобальний попит на якісне світле ядро зростає, тоді як інтерес до неочищених горіхів з боку імпортерів зменшується, оскільки вони прагнуть отримувати готовий для споживання чи переробки продукт.

Удосконалення технологій переробки та зберігання є ключовим чинником для зміцнення конкурентних позицій України на світовому ринку. Сучасні технології сушіння з контролем вологості дозволяють зберегти смакові якості та запобігти потемнінню ядра, а вдосконалені лінії лушення й оптичного сортування – підвищити вихід цілих половинок («бабочка»), які мають найвищу ціну. Розвиток холодильних і модифікованих атмосферних сховищ забезпечує довший термін зберігання без втрати товарних властивостей, що особливо важливо для експорту [4-6].

Таким чином, тенденція останніх років підтверджує: економічно вигідніше інвестувати не в експорт цілого горіха у шкаралупі, а в розвиток переробки та підвищення частки реалізації якісного ядра. Це дає можливість збільшити прибутковість виробництва в кілька разів, диверсифікувати ринки збуту та забезпечити стабільність доходів навіть за коливань урожаю.

Недостатній рівень технологічного оснащення призводить до порушення режимів сушіння, що у свою чергу зумовлює нерівномірне зниження вологості, потемніння ядра, зниження його смакових характеристик, втрату маси та погіршення товарного вигляду [5-9]. У результаті значна частина продукції не відповідає міжнародним стандартам якості, що ускладнює її експорт і зменшує конкурентоспроможність українських виробників на світовому ринку. Таким чином, відсутність достатньої кількості сучасних сушильних комплексів стає критичним чинником, який стримує розвиток галузі, знижує експортні можливості країни та призводить до економічних втрат для підприємств агропромислового сектору.

Використання закордонних технологічних ліній для сушіння волоських горіхів в Україні є поширеною практикою, проте воно має суттєві обмеження, що негативно впливають на якість продукції та енергоефективність процесу [7, 9, 10]. У кожній технологічній лінії ключову роль відіграє сушарка (рис. 3), яка може бути різного конструктивно-технологічного виконання, забезпечуючи контроль температури та вологості повітря. Більшість імпортованих сушильних систем не адаптовані до специфічних фізичних характеристик українських горіхів, таких як різний вміст вологи та розміри плодів, що призводить до нерівномірного сушіння, потемніння ядра та погіршення смакових властивостей і товарного вигляду продукції. Вітчизняні лінії також представлені на ринку, але вони переважно невисокопродуктивні або частково автоматизовані, що обмежує можливості масової переробки врожаю та збереження високої якості продукції. Крім того, існуючі закордонні та деякі вітчизняні лінії не повною мірою враховують особливості режимів сушіння та масообміну, зокрема ефективну дифузію вологи та коефіцієнт масообміну, що призводить до неефективного видалення вологи, перевищення або недостатнього прогріву ядра, зниження терміну зберігання та появи мікробіологічних ризиків.

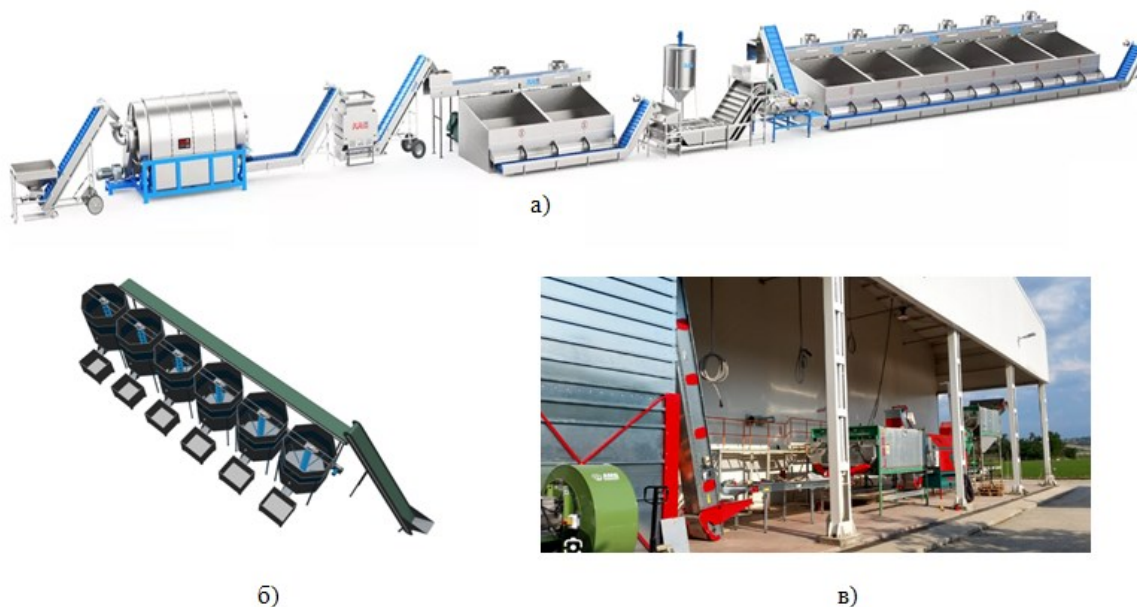


Рис.3. Технологічні лінії для переробки волоських горіхів: а) загальний вигляд виробничого комплексу, б) сушильний комплекс «СВГ», в) технологічна лінія фірми Amb Rousset

Сушильне обладнання для волоських горіхів класифікується за методом сушіння, що визначає інтенсивність процесу, енергоспоживання та якість кінцевого продукту [7]. Найпоширенішими є три методи:

1. Конвективне сушіння – використовується гаряче повітря, яке проходить через горіхи, поступово знижуючи їхню вологість. Цей метод застосовується як у малогабаритних, так і у

промислових сушарках. Перевагою є рівномірне сушіння та можливість регулювання температури і швидкості повітря. Недоліком може бути триваліший час сушіння та вищі витрати енергії порівняно з інфрачервоним методом.

2. Інфрачервоне сушіння – застосовує інфрачервоне випромінювання для нагріву горіхів безпосередньо, що забезпечує швидке і енергоефективне зниження вологості. Цей метод скорочує час сушіння і мінімізує втрату якості ядра, зберігаючи його органолептичні властивості. Інфрачервоні сушарки зазвичай виконуються у вигляді камер або шаф із решітками для рівномірного розподілу продукції.

3. Сушіння з природною або примусовою вентиляцією – метод, при якому волога видаляється завдяки природному або механічному руху повітря через горіхи. Сушарки з природною вентиляцією економні у використанні енергії, але процес займає більше часу і потребує контролю вологості для запобігання псуванню продукції.

Таким чином, метод сушіння визначає швидкість процесу, енергоспоживання та якість готових горіхів. Вибір методу залежить від обсягів виробництва, наявності джерел енергії та бажаного рівня збереження властивостей горіхів.

Енергоефективність сушіння волоських горіхів є визначальним чинником технологічної та економічної ефективності післязбиральної обробки, оскільки вона безпосередньо впливає на збереження маси продукції, органолептичних властивостей ядра та скорочення виробничих витрат [11, 12]. Традиційні сушарки з природною вентиляцією, що базуються на пасивному конвективному потоці повітря, характеризуються низькою продуктивністю та нерівномірним прогріванням шару горіхів, що призводить до тривалого сушіння, значних втрат маси продукції та деградації смакових і фізико-хімічних характеристик ядра. Процес сушіння у таких системах є енергетично малоефективним через відсутність стабільного контролю вологості та температури, що створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів та цвілі.

Один з прикладів таких сушарок представлений компанією «Золотий горішок». Вони пропонують сітчасті контейнери з бічними стінками, що забезпечують природну вентиляцію горіхів. Зібраний з саду горіх містить великий відсоток вологості (30-45% і більше). Високий вміст води може спровокувати процеси гниття ядра горіха. Тому до етапу сушіння горіх повинен зберігатись в умовах, що забезпечують достатню провітрюваність горіха. Сітчасті бічні стінки вищевказаних контейнерів забезпечують процес природної вентиляції горіха. Вивантаження через кришку нижнього люка. Контейнери пристосовані до штабелювання [8].



Рис. 4. Сітчасті контейнери з бічними стінками, з природною вентиляцією горіхів

Конвективні сушарки з примусовим повітряним потоком забезпечують підвищену продуктивність у порівнянні з пасивними системами, однак вони також мають суттєві обмеження. Основними проблемами є локальні перегріви горіхів, нерівномірне видалення води та високі енергетичні витрати, пов'язані з недостатнім контролем температури й вологості повітря. Такі обмеження негативно впливають на якість ядра та товарний вигляд продукції, підвищують ризик термічного ушкодження та втрати органолептичних властивостей [5, 6, 9].



Рис. 5. Конвективні сушарки з примусовим повітряним потоком:
а) сушарка моделі INT AGRO TECH; б) сушарка моделі СКМ4700Е

Отже, критичний аналіз показує, що традиційні та базові конвективні сушарки не здатні забезпечити стабільний контроль параметрів процесу сушіння, що призводить до нерівномірного сушіння, перевитрати енергії та суттєвих втрат якості продукції.

Виклад основного матеріалу

Враховуючи недоліки традиційних систем, сучасні дослідження зосереджені на використанні конвективних тунельних сушарок з рециркуляцією повітря, рекуперацією тепла, осушенням повітря та інтегрованими системами автоматизації на основі ПЛК та адаптивного ПІД-регулювання [13, 14]. Такі системи забезпечують зоноване управління температурою, вологістю та швидкістю повітряного потоку у різних секціях сушарки: попереднє прогрівання горіхів при 28–35 °С для вирівнювання вологості між ядром і шкаралупою, основне сушіння при 35–45 °С для безпечного та інтенсивного видалення води, та фінальне доведення вологості до стандартних значень (7–10 % у шкаралупі та 5–7 % у ядрі) з подальшим охолодженням. На рис.1 представлено конструктивно-технологічну схему тунельної конвективної сушарки волоських горіхів із зонованим керуванням процесом.

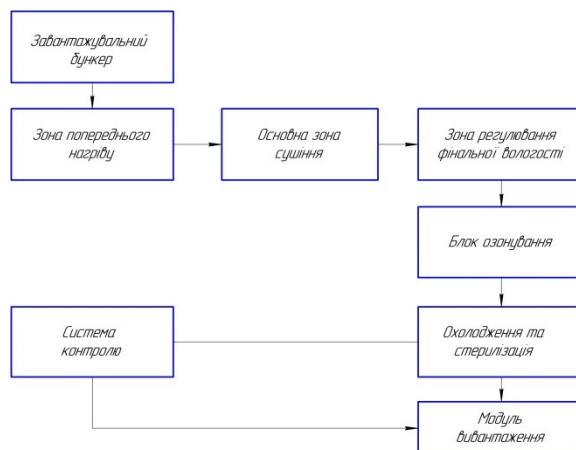


Рис. 6. Конструктивно-технологічна схема тунельної конвективної сушарки волоських горіхів із зонованим керуванням процесом

Інтеграція рекуперації тепла та осушувачів дозволяє повертати до 60–70 % теплової енергії відпрацьованого повітря в процес, що суттєво знижує зовнішнє енергоспоживання на 30–40 % і підвищує екологічну доцільність виробництва. Зонована подача теплоагента та контроль вологості забезпечують рівномірний масо- і теплообмін у всіх секціях тунелю, запобігають локальним перегрівам та термічному ушкодженню ядра, а застосування низькотемпературного режиму (35–45 °С) зберігає фізико-хімічні та органолептичні властивості продукту.

Автоматизовані системи керування на основі ПЛК та адаптивного ПІД-регулювання забезпечують динамічне налаштування швидкості конвеєра, температури та об'ємного потоку повітря відповідно до фактичного стану горіхів. Це дозволяє оптимізувати час сушіння, зменшити втрати маси та підвищити безпечність продукції. Короткочасне охолодження та стерилізація готового продукту озоном або ультрафіолетом запобігає розвитку цвілі, підвищує безпечність і продовжує термін зберігання продукції.

Таким чином, застосування сучасних тунельних сушарок є науково обґрунтованим і перспективним підходом до післязбиральної обробки волоських горіхів. Вони забезпечують стабільну якість продукції, високий рівень енергоефективності, контрольоване видалення води та мінімізацію виробничих втрат. Перспективні напрями подальшого вдосконалення включають оптимізацію масообміну для різних сортів і розмірів горіхів, інтеграцію відновлюваних джерел енергії та розвиток адаптивних систем автоматичного регулювання, що дозволить зміцнити конкурентні переваги українських виробників на міжнародному ринку.

Висновки

У статті обґрунтовано інноваційні підходи до підвищення конкурентоспроможності продукції волоських горіхів через удосконалення післязбиральної обробки з використанням тунельних сушарок. Показано, що зонований контроль температури (28–45 °С), вологості та швидкості повітряного потоку дозволяє забезпечити рівномірне сушіння волоських горіхів, зберегти структурну цілісність ядра, запобігти розтріскуванню шкаралупи та потемнінню, а також підтримати органолептичні та смакові властивості продукції. Впровадження автоматизованих систем контролю процесу та інтеграція рекуперації тепла і осушення повітря підвищує енергоефективність і скорочує час обробки, роблячи технологію економічно доцільною для промислового застосування.

Додаткове використання озонування або ультрафіолетового опромінення після сушіння забезпечує ефективну стерилізацію, перешкоджає розвитку цвілевих грибів та інших мікроорганізмів і продовжує термін безпечного зберігання продукції. Запропонована технологія враховує фізико-хімічні

характеристики українських горіхів, режими сушіння та масообмін, що дозволяє зменшити виробничі втрати та підвищити експортний потенціал країни.

Перспективи подальших досліджень полягають у оптимізації режимів сушіння для різних типів і розмірів горіхів, інтеграції комбінованих методів післясушильного знезараження, підвищенні енергоефективності та розробці автоматизованих систем управління процесом із сенсорним контролем параметрів продукту. Реалізація таких підходів забезпечить стабільну якість продукції, зниження втрат, економічну ефективність виробництва та зміцнення позицій українських виробників волоських горіхів на глобальному ринку.

Література

1. Сатіна Г. М. Грецький горіх в Україні: економічний огляд і перспективи / Г. М. Сатіна // Київ: видавничий центр НАУ. – 2006. – 22 с.
2. Глобальний і вітчизняний ринок волоських горіхів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24754-hlobalnyi-i-vitchyzniani-rynok-voloskykh-horikhiv.html> (дата звернення 19.09.2025).
3. Ринок волоських горіхів в Україні: 66% врожаю йде на експорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-greckih-orehov-v-ukraine-66-urozhaya-uhodit-na-eksport> (дата звернення 19.09.2025).
4. Man, X.; Li, L.; Fan, X.; Zhang, H.; Lan, H.; Tang, Y.; Zhang, Y. Drying Kinetics and Mass Transfer Characteristics of Walnut under Hot Air Drying. *Agriculture* 2024, 14, 182. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020182>
5. Chen X.D. Moisture diffusivity in food and biological materials / X.D. Chen // *Drying Technology*. – 2007. – 25 (8). P. 1203–1213. URL: <https://doi.org/10.1080/07373930701506660>.
6. Chen X.D. Moisture diffusivity in food and biological materials / X.D. Chen // *Drying Technology*. – 2007. – 25 (7). P. 1203–1213. URL: <https://doi.org/10.1080/07373930701541757>
7. Руткевич В.С. Огляд методів та засобів для сушіння волоського горіха в шкарлупі / В.С. Руткевич, А.М. Дідик // *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. – 2023. – № 1 (317). С. 230–236. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-317-1-230-236>
8. Сушарки для горіхів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agriexpo.ru/proizvoditel/-susilka-orehov-2781.html> (дата звернення 19.09.2025).
9. Цуркан О.В. Розробка конвективно-вібраційної сушарки для сушіння волоських горіхів / О.В. Цуркан, А.В. Спірін, В.С. Руткевич, А.М. Дідик // *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. – 2024. – № 2 (331). С. 393–399. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-333-2-61
10. Цуркан О.В. Застосування геліопідігрівачів повітря для попереднього зневоложення волоських горіхів / О.В. Цуркан, А.В. Спірін, В.С. Руткевич, А.М. Дідик // *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: технічні науки. – 2024. – № 6(1) (343). С. 424–428. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-343-6-63
11. Цуркан О.В. Оцінка ефективності процесу сушіння волоських горіхів в конвективно-вібраційній сушарці / О.В. Цуркан, А.В. Спірін, В.С. Руткевич, А.М. Дідик // *Вібрації в техніці та технологіях*. – 2024. – № 3 (114). С. 5–12. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-3-1
12. Калетнік Г.М. Особливості конструкції вібраційного обладнання для сушіння високо вологої сировини / Г.М. Калетнік, О.В. Цуркан // *Вібрації в техніці та технологіях*. – 2021. – №1(100). С. 5–13.
13. Шмат С. І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний Ресурс] / С. І. Шмат, П. Г. Лузан, С. В. Колісник // КНТУ. – 2010. Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
14. Ratushna N. Методичні підходи до створення нової сільськогосподарської техніки у відповідності з вимогами ринку наукоємної продукції / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // *MOTROL*. – 2007. – № 9А. С. 119–123.

References

1. Satina H. M. Hretsnyi horikh v Ukraini: ekonomichniy ohliad i perspektivy / H. M. Satina // Kyiv: vydavnychiy tsentr NAU. – 2006. – 22 s.
2. Hlobalnyi i vitchyzniani rynok voloskykh horikhiv [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24754-hlobalnyi-i-vitchyzniani-rynok-voloskykh-horikhiv.html> (data zvernennia 19.09.2025).
3. Rynok voloskykh horikhiv v Ukraini: 66% vrozhaiu yde na eksport [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-greckih-orehov-v-ukraine-66-urozhaya-uhodit-na-eksport> (data zvernennia 19.09.2025).
4. Man, X.; Li, L.; Fan, X.; Zhang, H.; Lan, H.; Tang, Y.; Zhang, Y. Drying Kinetics and Mass Transfer Characteristics of Walnut under Hot Air Drying. *Agriculture* 2024, 14, 182. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020182>
5. Chen X.D. Moisture diffusivity in food and biological materials / X.D. Chen // *Drying Technology*. – 2007. – 25 (8). P. 1203–1213. URL: <https://doi.org/10.1080/07373930701506660>.
6. Chen X.D. Moisture diffusivity in food and biological materials / X.D. Chen // *Drying Technology*. – 2007. – 25 (7). P. 1203–1213. URL: <https://doi.org/10.1080/07373930701541757>

7. Rutkevych V.S. Ohliad metodiv ta zasobiv dlia sushinnia voloskoho horikha v shkarlupi / V.S. Rutkevych, A.M. Didyk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky. – 2023. – № 1 (317). C. 230–236. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-317-1-230-236>
8. Susharky dlia horikhiv [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.agriexpo.ru/proizvoditel-/susilka-orehov-2781.html> (data zvernennia 19.09.2025).
9. Tsurkan O.V. Rozrobka konvektyvno-vibratsiinoi susharky dlia sushinnia voloskykh horikhiv / O.V. Tsurkan, A.V. Spirin, V.S. Rutkevych, A.M. Didyk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky. – 2024. – № 2 (331). C. 393–399. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-333-2-61
10. Tsurkan O.V. Zastosuvannia heliopidivachiv povitria dlia poperednoho znevolozhennia voloskykh horikhiv / O.V. Tsurkan, A.V. Spirin, V.S. Rutkevych, A.M. Didyk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: tekhnichni nauky. – 2024. – № 6(1) (343). C. 424–428. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-343-6-63
11. Tsurkan O.V. Otsinka efektyvnosti protsesu sushinnia voloskykh horikhiv v konvektyvno-vibratsiinii sushartsi / O.V. Tsurkan, A.V. Spirin, V.S. Rutkevych, A.M. Didyk // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh. – 2024. – № 3 (114). C. 5–12. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-3-1
12. Kaletnik H.M. Osoblyvosti konstruksii vibratsiinoho obladnannia dlia sushinnia vysoko volohoi syrovyny / H.M. Kaletnik, O.V. Tsurkan // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh. – 2021. – №1(100). S. 5–13.
13. Shmat S. I. Tendentsii staloho rozvytku suchasnoho silskohospodarskoho mashynobuduvannia v Ukraini i za rubezhem [Elektronnyi Resurs] / S. I. Shmat, P. H. Luzan, S. V. Kolisnyk // KNTU. – 2010. Rezhym dostupu: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
14. Ratushna N. Metodychni pidkhody do stvorennia novoi silskohospodarskoi tekhniki u vidpovidnosti z vymohamy rynku naukoiemnoi produktsii / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // MOTROL. – 2007. – № 9A. C. 119–123.