

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ФОРМИ МАТЕРІАЛУ ПРИ СУШІННІ ГАРБУЗА МУСКАТНОГО (*CUCURBITA MOSCHATA*)

Петрова Ж.О., член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор,
Новікова Ю.П., доктор філософії
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Анотація. Родина гарбузових (*Cucurbitaceae*) найпоширеніший у світі, який включає в себе близько 956 видів, включаючи гарбузи, огірки, дині, кавуни, кабачки та багато інших. Гарбуз (*Cucurbita*) поділяють на їстівні та кормові. Найбільш популярнішими у світі, які вирощують, є 5 видів. Серед цих видів Гарбуз мускатний, або гарбуз мускусний (*Cucurbita moschata*) широко культивується у світі з давніх часів. Попит на гарбуз з кожним роком зростає, через його функціональні властивості. Він багатий на каротиноїди, вітаміни групи В, мінерали та мікроелементи, пектини, харчові волокна, полісахариди, при цьому маючи низьку калорійність. Каротиноїди, які містяться в гарбузі, це природні пігменти, які в організмі людини перетворюються в вітамін А, який необхідний для зору, імунних функцій і здоров'я шкіри. Гарбуз це сезонний продукт, який можливо зберігати за допомогою відомих методів консервування. Сушіння, найбільш поширеним та найстарішим із методів консервування. Сушіння гарбуза проводили за різними методами, такими як сушіння на сонці, конвективне, мікрохвильове, вакуумно-мікрохвильове, сублімаційне, інфрачервоне та різні комбіновані методи. Конвективне сушіння є найбільш поширеним, але при цьому попит на комбіновані методи постійно зростає. Тому метою роботи є дослідження ступеневого та комбінованого режимів сушіння, а також вплив форми матеріалу, для зменшення тривалості процесу. Дослідження виконували на експериментальному конвективному стенді, обладнаного додатково інфрачервоними лампами. Перед дослідженнями гарбуз мили, очищали та подрібнювали на скибочки та стружку. Визначено, що застосування цих запропонованих режимів дозволяє зменшити тривалість сушіння порівняно з 65 °С. Досліджено вплив форми матеріалу при сушінні. Порівнюючи форму матеріалу, можна зробити висновок, режими впливають по-різному. Так при сушінні стружки гарбуза тривалість у ступеневого на 1,1 рази менше за комбінований. А при сушінні скибочок тривалість сушіння за комбінованим режимом у 1,3 рази менша за ступеневий. При сушінні гарбуза скибочками тривалість зневоднення у 1,7 – 2,3 рази менше за третій гарбуз не залежно від режиму. При цьому сушіння скибочками добре підходить для виробництва чипсів, а стружку можна використовувати при виробництві функціональних порошків.

Ключові слова: сушіння, гарбуз, конвекція, комбіноване сушіння, інтенсифікація.

Постановка проблеми. З кожним роком попит на функціональні продукти та напої значно зростає через соціально економічні зміни особливо в усвідомленні потреб у здоров'ї [1]. Функціональні продукти харчування - це міст між поживними речовинами, які ми отримуємо з їжею, і терапевтичним потенціалом, закладеним у продуктах, які ми споживаємо [2]. Простіше кажучи, це продукти, спеціально розроблені або модифіковані, щоб запропонувати додаткові переваги для здоров'я, окрім основного харчування [2, 3]. Вони збагачені біоактивними сполуками, такими як вітаміни, мінерали, антиоксиданти, пробіотики, жирні кислоти та фітохімічні речовини, які відіграють ключову роль у зміцненні здоров'я та благополуччя [2].

Каротиноїди продемонстрували великий потенціал, як антиоксидант, у харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості завдяки своїй багатій харчовій цінності та функціональним властивостям [4, 5]. Каротиноїди складають групу жиророзчинних органічних пігментів, що синтезуються фототрофами (водоростями, ціанобактеріями та рослинами), нефотосинтезуючими бактеріями та грибами, з більш ніж 1117 структурами, ідентифікованими з 683 різних джерел у класі вуглеводнів [6, 7]. Структура цих різних фітохімічних речовин проявляється у вигляді тетратерпенів з вісьмома п'ятиуглецевими ізопреноїдними одиницями (головним чином C₄₀), що містять до 15 спряжених подвійних зв'язків та демонструють симетричне розташування, типове для β-каротину, що призводить до червоного, жовтого та помаранчевого кольорів [6, 8]. Найбільш поширеними в Україні каротиновмісними продуктами є морква, гарбуз, томат, солодкий перець, шпинат, абрикос, диня, персик, смородина, чорниця.

Гарбуз (*Cucurbita*) – це їстівна культура, що належить до родини Гарбузові (*Cucurbitaceae*) [9]. Родина гарбузових (*Cucurbitaceae*) відома як родина щиткових та лозистих і включає близько тисячі видів приблизно зі ста родів рослин. У концепції харчування людини ця родина займає найвище місце серед родин рослин, а основними видами сільськогосподарських культур цієї родини є огірок (*Cucumis sativus*), гарбуз (*Cucurbita*), кавун (*Citrullus lanatus*) та диня (*Cucumis melo*) [9, 10]. Рослини, що належать до цієї родини, мають давню історію в етнофармакології та традиційній медицині, про що свідчить їх великий опис у літературі. Продемонстрований фітохімічний та фармакологічний потенціал свідчить про те, що ці рослини є

перспективним джерелом для розробки нових терапевтичних сполук та функціональних харчових продуктів [10, 11]. Гарбуз (*Cucurbita*) поділяють на дві групи їстівні та кормові. Кількість визнаних видів гарбуза (*Cucurbita*) коливається від 13 до 30. Найпопулярнішими у світі, які вирощують, є *Cucurbita moschata*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* та *Cucurbita mixta* Pangalo [12].

Гарбуз мускатний, або гарбуз мускусний (*Cucurbita moschata*) широко культивується в багатьох країнах з давніх часів. Він багатий на вітамін А, вітамін В, вітамін С, різні мінерали, каротин, вісім видів амінокислот, необхідних для організму людини, а також містить мікроелементи, такі як фосфор, калій, кальцій, магній, цинк та кремній [13 – 16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гарбуз відноситься до сезонних продуктів, а саме сезон гарбуза триває з осені до початку зими. Для зберігання гарбуза можна застосовувати методи консервування: заморожування, сушіння та інші [17]. Сушіння є одним із найстаріших методів консервування, який широко використовується в харчовій промисловості [18].

У роботі [19] представлено сушіння гарбузового порошку розпилюваний сушінням, з побічними продуктами, насінням та шкіркою. Досліджували гарбузи промиті та дезінфіковані гіпохлоритом натрію. М'якоть очищена від шкірки та нарізана на шматочки, зберігаючи 25% шкірки плоду та включаючи все його насіння. Спочатку зважували насіння та шкірки зі 100 г води та гідролізували ферментом Novozymes. Cellic C-Tec2 (Багсверд, Данія) 4,68 год. Цей гідролізований субстрат змішували бланшованою м'якоттю, яка попередньо була оброблена в колоїдному млині. Суспензію готували шляхом гомогенізації протягом 8,5 хв. Додатково, інкапсулюючий матеріал додавали у встановлених пропорціях згідно з експериментальною схемою. Для сушіння використано напівпромислове обладнання для прямоточного потоку (Vibrasac, модель PASLAB 1.5, Медельїн, Колумбія), яке працювало в умовах вакуумного тиску (0,38 кПа). Отримана суміш гарбузового порошку має хороші фізико-хімічну та технофункціональну стабільність; крім того, вона мала характеристики кольору, типового для гарбуза. Інтеграція побічних продуктів (насіння та шкірки) зрештою сприяла функціональним властивостям готового продукту.

Авторами у роботі [20] представлено комбіноване сушіння гарбуза у гібридній мікрохвильово-конвективній сушарці. Зразки попередньо промивали та нарізали на скибочки товщиною 3 мм за допомогою різак. Шматочки гарбуза сушили гібридній мікрохвильово-конвективній сушарці за 3 температур: 50, 60 та 70 °C, 3 потужностей мікрохвиль: 180, 360 та 540 Вт, а також за швидкості повітряного потоку 1 м/с. В результаті досліджень були визначені оптимальні умови для сушіння скибочок гарбуза за допомогою мікрохвильово-конвективної сушарки включали температуру 60 °C та потужність мікрохвиль 360 Вт, що призвело до таких показників: час сушіння, електрична термічна потужність, усадка, варіація кольору, чутливість, загальна концентрація залишків, антиоксидантна здатність та вміст вітаміну С становили 47,38 хв, 30,87%, 25,44%, 12,74%, 5,21%, 658,24 г/г сухої маси, 82,11% та 4,78 мг/г сухої маси відповідно, з рівнем достовірності ~0,901.

Одним з найстаріший метод сушіння гарбуза є сушіння на сонці. Його можна вважати «екологічно чистим методом», оскільки потрібна лише спеціальна сушарка. Однак, коливання вологості та температури під час процесу сушіння можуть впливати на кінцеву якість продукції [21]. Як правило, сонячні сушарки, що використовуються для сушіння м'якоти та насіння гарбуза, мають тунельну або трубчасту форму [22 – 24].

У роботі [25] представлено вплив сушіння конвективним, вакуумним та кондуктивним методами. Свіжий гарбуз промитий, відділено насіння, волокнистих ниток та шкірки. Потім м'якоть нарізали скибочками товщиною від 3,5 до 0,5 мм за допомогою. Сушіння конвективним проводили за трьох різних температур: 50, 60 та 70 °C та швидкостей потоку повітря 1,5, 1,0 та 0,5 м/с за допомогою сушарки ARMFIELD UOP8-MKII (Armfield Limited, Рінгвуд, Велика Британія). Вакуумне сушіння проводили за трьох різних температур 50, 60 та 70 °C та вакуумного тиску 100 мбар з використанням вакуумної сушильної печі Memmert VO 200 з насосним модулем Memmert PM200 (MEMMERT GmbH + Co. KG, Швабах, Німеччина). Кондуктивне сушіння при атмосферному тиску 1000 мбар проводили за трьох різних температур: 50, 60 та 70 °C з використанням сушильної печі Memmert VO 200 без насосного модуля Memmert PM200 (MEMMERT GmbH+Co.KG, Швабах, Німеччина). Сушіння вакуумним методом є найшвидшим з наявних за тієї ж температури 60 °C [25].

Сублімаційне сушіння – це метод сушіння, який передбачає заморожування сировини, а потім її витримання під низьким тиском і температурою. За допомогою цього сушіння не змінюється форма та розмір, але має великий недолік це тривалий час процесу та висока вартість [26]. Сублімаційне сушіння гарбуза при температурі -50 °C протягом 96 годин і тиску 0,7 Па забезпечує отриманий сушений матеріал з вмістом води 10,9 г/100 г сирої маси та вмістом клітковини 1,15 г/100 г сухої маси, але вміст аскорбінової кислоти значно зменшується (зі 127 мг/100 г сухої маси до 13,7 мг/100 г сухої маси) [25].

Конвективне сушіння – це традиційний та недорогий метод, який можна використовувати для консервування швидкопсувних продуктів, таких як гарбузи [27]. У роботі [27] розглянуто конвективне сушіння гарбуза. Свіжі зразки були очищені та нарізані на зрізи товщиною $5,0 \pm 0,1$ мм для полегшення та стандартизації видалення води під час процесу сушіння. Зразки зневоднювалися у конвективній сушарці (CE-220/630 Cienlab, Бразилія) зі швидкістю повітря 1 м/с та температурою 50, 60, 70 та 80 ± 2 °C. Найменша тривалість сушіння при 80 °C та становила 105 хв, а найбільша – 50 та становить 360 хв. При цьому найвище утриман-

ня каротиноїдів (46,22%) у зневоднених зразках спостерігалось при 60 °С, що визначає цей режим як найбільш оптимальним для отримання зневоднених зразків, багатих на вітамін А.

В Інституті технічної теплофізики НАН України Петровою Ж.О. розроблені способи отримання каротиновмісних порошків, з моркви та гарбуза [28]. Сушіння гарбуза полягає у створенні ступеневих режимів, а саме конвективного 120/80 °С та конвективно-вакуумного сушіння 120/80 °С (тиск повітря в камері 0,01...0,015 МПа для досушування матеріалу) [28].

Постановка завдання. Сушений гарбуз має тривалий термін зберігання, тому його можна використувати для приготування різних страв, випічки, напоїв, десертів, а також як окрему закуску [29 –32]. Як зазначалось раніше конвективний метод традиційний і менш дорогий, але при застосуванні низьких температурних режимів, збільшується тривалість сушіння. Тому *метою роботи* є дослідження ступеневого та комбінованого режимів сушіння, а також форми матеріалу, для зменшення тривалості процесу.

Матеріалом для досліджень вибрано гарбуз мускатний (*Cucurbita moschata*), який спочатку мили, очищали від шкірки, волокнистих ниток та насіння. Далі розрізали на декілька частин, після чого їх або натирали за допомогою тертки на стружку (рис. 1 а) або нарізали за допомогою шатківниці для овочів на скибочки (рис. 1 б) товщиною 2 мм.

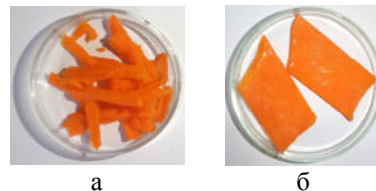
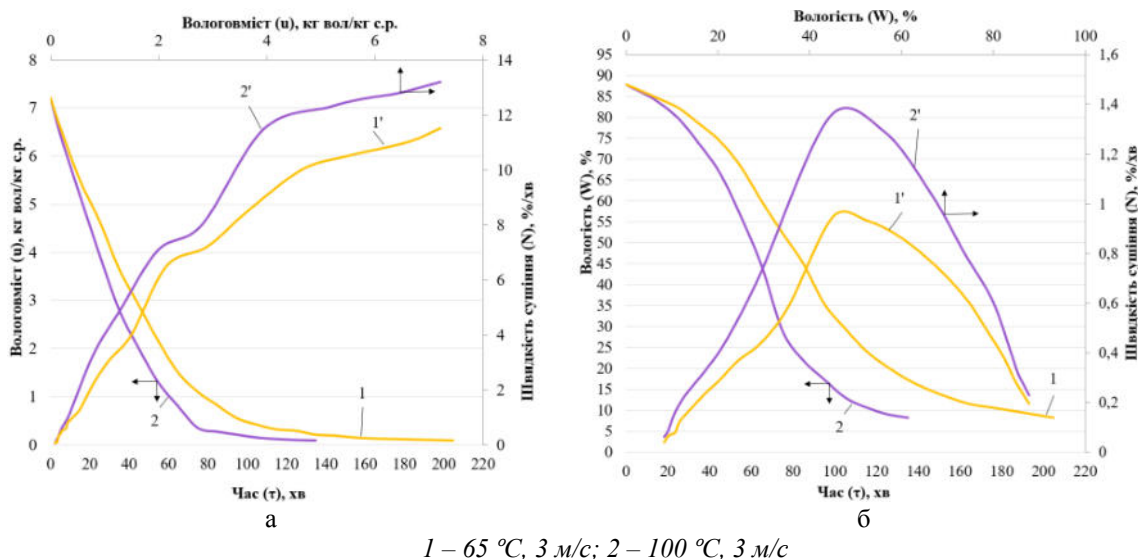


Рис. 1 – Зовнішній вигляд гарбуза за стружки (а) та скибочки (б)

Дослідження кінетики сушіння матеріалу проводили на експериментальному конвективному стенді, який обладнаний автоматичною системою збору та обробки інформації [5]. На конвективному сушильному стенді допускається здійснювати термічну обробку композитної сировини теплоносієм температурою 40 – 150 °С і швидкістю 0,5 – 5 м/с. Встановлені високоточні ваги реєструють зміну маси зразка до 0,001 г. Температура в сушильній камері підтримується з точністю до 0,02°С. Зчитування даних експерименту в сушильній камері, а саме маси та температури зразку, а також температури теплоносія, відбувається 7 раз за хвилину і записується на комп'ютері. Похибки запису даних на експериментальному конвективному сушильному системою автоматизованого збору інформації становить для температур не перевищує $\pm 1^\circ\text{C}$ та маси $\pm 5\text{мг}$.

Виклад основного матеріалу дослідження. У попередній роботі представлені дослідження по сушінню гарбуза за режимними параметрами 65 та 100°С [33]. Перед початком досліджень гарбуз нарізали розміром 5х5х5 мм та піддавали гігротермічній обробці парю при 100 °С протягом 5 хв.

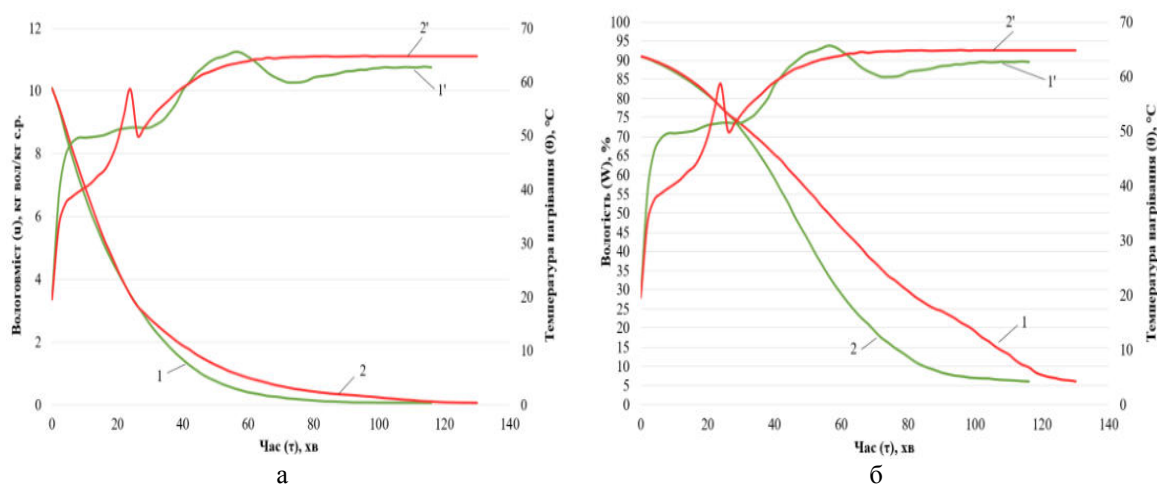


1 – 65 °С, 3 м/с; 2 – 100 °С, 3 м/с

Рис. 1 – Зміна вологовмісту (а), вологості (б) (1, 2) та швидкості сушіння (1', 2') гарбуза в шарі $\delta \approx 5\text{ мм}$

На рисунку 1 представлені експериментальні криві кінетичні та швидкості сушіння гарбуза. З рисунку 1 видно, що збільшення температури теплоносія з 65 °С до 100 °С зменшує час сушіння гарбуза на 35%, а швидкість зростає в 1,5 рази. При цьому збільшення температури теплоносія до 100 °С призводить до погіршення якості сушеного гарбуза, а саме потемніння матеріалу та підгорілий присмаку [46].

Для покращення якості матеріалу доцільно на другому етапі знизити температуру теплоносія або проводити процес сушіння при більш низькій температурі. Використання ступеневих режимів або комбінованих режимів дозволить зберегти якість матеріалу.

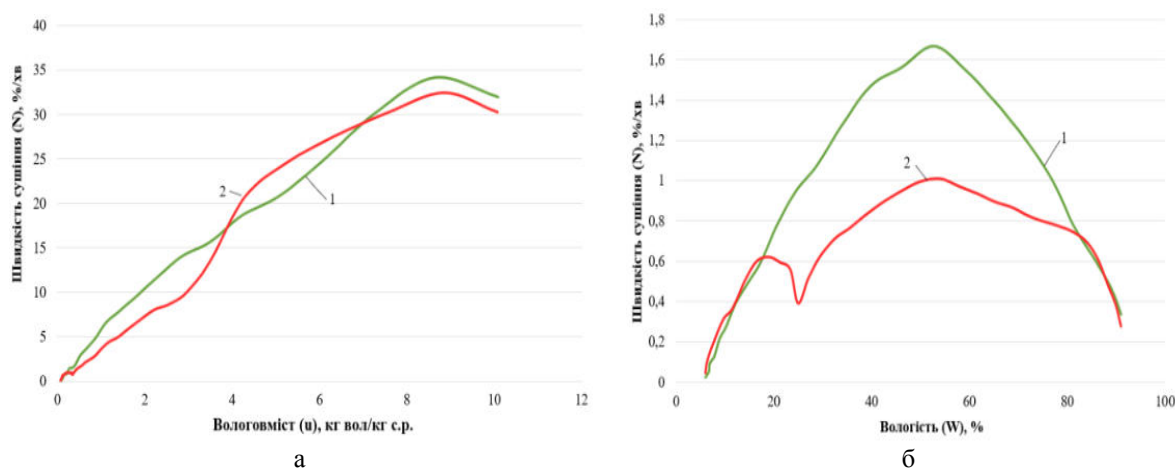


1 – 100/65 °C, 3 м/с; 2 – 3800Вт/м² + 65 °C, 3 м/с

Рис. 2 – Зміна вологовмісту (а), вологості (б) (1, 2) та температури всередині шару (1', 2') стружки гарбуза в шарі $\delta \approx 5$ мм від часу

Наступним кроком було проведено дослідження на гарбузі стружці та скибочках за ступеневим та комбінованим режимами, до вологості матеріалу $6 \pm 0,3\%$. При застосуванні режимів сушіння, а саме ступеневого 100/65 °C та комбінованого 3800Вт/м² + 65 °C на початку процесу температуру матеріалу підіймали до 58 °C, після чого процес сушіння відбувався за температури теплоносія 65 °C. На рис. 2. представлені експериментальні криві кінетичні та швидкості сушіння стружки гарбуза при застосуванні комбінованого та ступеневого режимів. Як видно з рис. 2., застосування заданих режимів дає можливість зменшити тривалість порівняно з попередніми дослідженнями сушіння для ступеневого до 116 хв, а для комбінованого до 130 хв.

На початку дослідження за комбінованим режимом 3800Вт/м² + 65 °C (крива 2' рис. 2) температуру матеріалу піднімали до 58 °C протягом 24 хв, після чого було вимкнено інфрачервоні лампи, при цьому температура зменшилася до 50 °C. Далі температур матеріалу почала поступово збільшуватися до 64,8 °C. За ступеневим режимом 100/65 °C (крива 1' рис. 2) на початку процесу можна спостерігати від 8 до 30 хв, що процес нагрівання сповільнюється, але це не впливає на зменшення вологості матеріалу. При досягненні температури 58 °C на 38 хв, процес нагрівання матеріалу продовжується до 65 °C, після чого падає до 59 °C. Далі матеріал поступово набирає температуру до 62,6 °C.



1 – 100/65 °C, 3 м/с; 2 – 3800Вт/м² + 65 °C, 3 м/с

Рис. 3 – Зміна швидкості сушіння (1, 2) від вологовмісту (а) та вологості (б) гарбуза стружки в шарі $\delta \approx 5$ мм

На рис. 3 представлено зміну швидкості сушіння стружки гарбуза шаром 5 мм. Як видно з рис. 3 найбільша максимальна швидкість сушіння за режимом 100/65 °C і становить в залежності від вологості 1,66 %/хв та вологовмісту 34,21%/хв. Найменша за режимом 3800Вт/м² + 65 °C і становить в залежності від вологості 0,99 %/хв та вологовмісту 32,42%/хв.

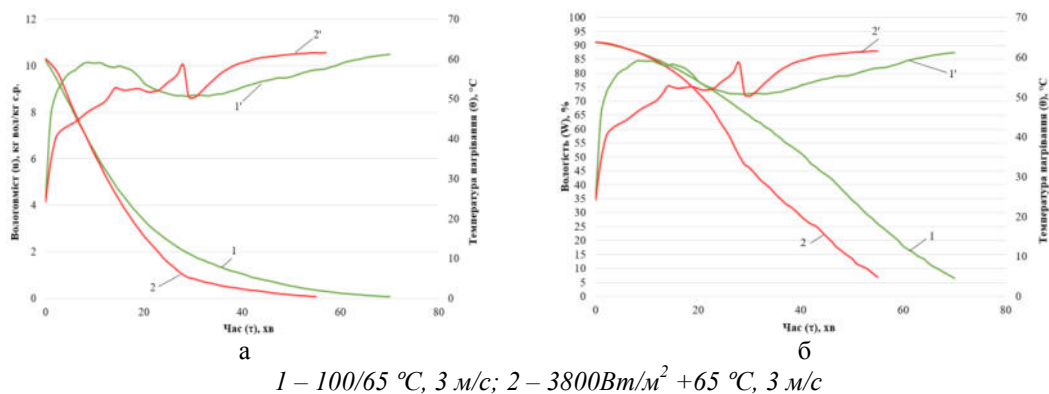


Рис. 4 – Зміна вологовмісту (а), вологості (б) (1, 2) та температури всередині шару (1', 2') скибочки гарбуза $\delta \approx 2$ мм від часу

На рис. 4. представлені експериментальні криві кінетичні та швидкості сушіння скибочки гарбуза при застосуванні комбінованого та ступеневого режимів. Як видно з рис. 4., тривалість сушіння для ступеневого до 70 хв, а для комбінованого до 55 хв.

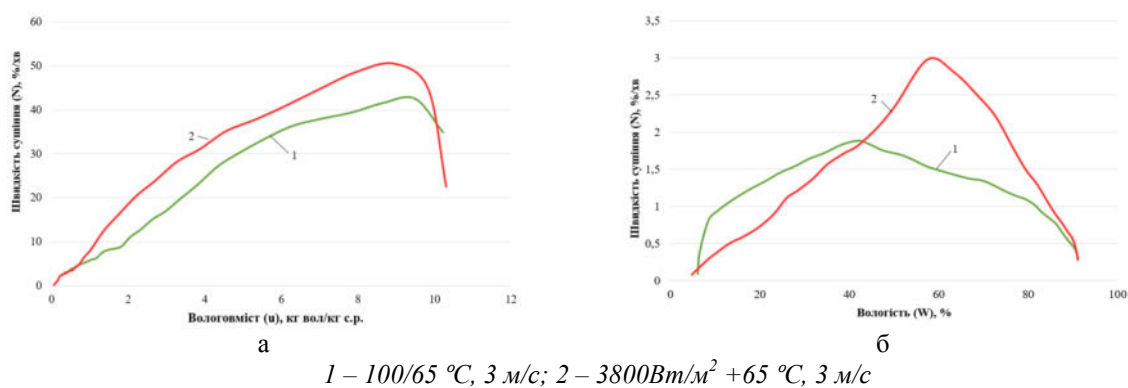


Рис. 5 – Зміна швидкості сушіння (1, 2) від вологовмісту (а) та вологості (б) скибочки гарбуза $\delta \approx 2$ мм

На рис. 5 представлено зміну швидкості сушіння скибочки гарбуза товщиною 2 мм. Як видно з рис. 5 найбільша максимальна швидкість сушіння за режимом $3800\text{Вт}/\text{м}^2 + 65^\circ\text{C}$ і становить в залежності від вологості $2,97\text{ \%/хв}$ та вологовмісту $50,51\text{ \%/хв}$. Найменша за режимом $100/65^\circ\text{C}$ і становить в залежності від вологості $1,88\text{ \%/хв}$ та вологовмісту $41,52\text{ \%/хв}$.

Порівнюючи форму матеріалу, можна зробити висновок, режими впливають по різному. Так при сушінні стружки гарбуза тривалість у ступеневого на 1,1 рази менше за комбінований. А при сушінні скибочок тривалість сушіння за комбінованим режимом у 1,3 рази менша за ступеневий. При сушінні гарбуза скибочками тривалість зневоднення у 1,7 – 2,3 рази менше за третій гарбуз не залежно від режиму. При цьому сушіння скибочками добре підходить для виробництва чипсів, а стружку можна використовувати при виробництві функціональних порошків.

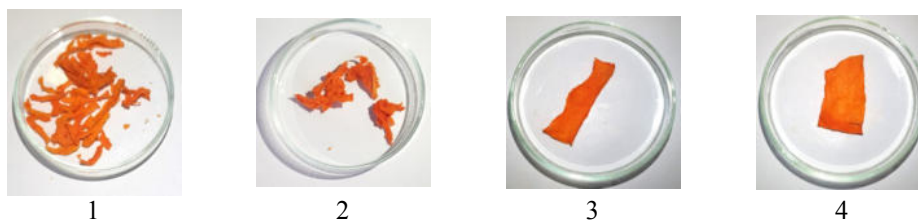


Рис. 6 – Порівняння висушених зразків гарбуза
1 – третій гарбуз $100/65^\circ\text{C}$; 2 – третій гарбуз $3800\text{Вт}/\text{м}^2 + 65^\circ\text{C}$; 3 – скибочка гарбуза $100/65^\circ\text{C}$; 4 – скибочка гарбуза $3800\text{Вт}/\text{м}^2 + 65^\circ\text{C}$;

На рисунку 6 зображено висушений гарбуз за різних режимів та форми матеріалу. Як видно з рис. 6 про високу якість підібраних режимів свідчить яскраво помаранчевий колір сухих зразків, що підтверджує максимальне збереження каротиноїдів.

Висновки. У роботі представлено дослідження сушіння гарбуза за ступеневим та комбінованим режимами. Визначено, що застосування цих запропонованих режимів дозволяє зменшити тривалість сушіння

порівняно з 65 °С. Досліджено вплив форми матеріалу при сушінні. Порівнюючи форму матеріалу, можна зробити висновок, режими впливають по-різному. Так при сушінні стружки гарбуза тривалість у ступеневого на 1,1 рази менше за комбінований. А при сушінні скибочок тривалість сушіння за комбінованим режимом у 1,3 рази менша за ступеневий. При сушінні гарбуза скибочками тривалість зневоднення у 1,7 – 2,3 рази менше за третій гарбуз не залежно від режиму. При цьому сушіння скибочками добре підходить для виробництва чипсів, а стружку можна використовувати при виробництві функціональних порошків.

References

1. Intraseek, J., Tsusaka, T. W., & Anal, A. K. (2024). Trends and current food safety regulations and policies for functional foods and beverages containing botanicals. *Journal of food and drug analysis*, 32(2), 112–139. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3499>
2. Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Varzaru, I., Saracila, M., & Oancea, A. G. (2023). Designing Nutrition for Health-Incorporating Dietary By-Products into Poultry Feeds to Create Functional Foods with Insights into Health Benefits, Risks, Bioactive Compounds, Food Component Functionality and Safety Regulations. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(21), 4001. <https://doi.org/10.3390/foods12214001>
3. Poe, M. R., McLain, R. J., Emery, M., & Hurley, P. T. (2013). Urban forest justice and the rights to wild foods, medicines, and materials in the city. *Human ecology*, 41(3), 409–422. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9572-1>
4. Meléndez-Martínez, A. J., Stinco, C. M., & Mapelli-Brahm, P. (2019). Skin carotenoids in public health and nutricosmetics: The emerging roles and applications of the UV radiation-absorbing colourless carotenoids phytoene and phytofluene. *Nutrients*, 11(5), 1093. <https://doi.org/10.3390/nu11051093>
5. Petrova, Zh., Novikova, Yu., Slobodianiuk, K., Grakov, O., & Koval, I. (2024). Pererobka khurmy (Diospyros Kaki L.) Sushinniam. *Scientific Works*, 88(1), 19–29. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i1.2955>
6. Bas, T. G. (2024). Bioactivity and Bioavailability of Carotenoids Applied in Human Health: Technological Advances and Innovation. *International journal of molecular sciences*, 25(14), 7603. <https://doi.org/10.3390/ijms25147603>
7. Shalaby, E., & Azzam, G. M. (Eds.). (2018). *Antioxidants in foods and its applications*. BoD–Books on Demand. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72008>
8. Mussagy, C. U., Winterburn, J., Santos-Ebinuma, V. C., & Pereira, J. F. B. (2019). Production and extraction of carotenoids produced by microorganisms. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(3), 1095–1114. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9557-5>
9. Jamuna, S., Karthika, K., & Paulsamy, S. J. J. R. B. (2015). Phytochemical and pharmacological properties of certain medicinally important species of Cucurbitaceae family—a review. *Journal of Research in Biology*, 5(6), 1835–1849.
10. Adil, A., Khan, S. S., Naeem, S., Alqahtani, A., Alqahtani, T., Asgher Shuja, A., & Tahir, A. (2025). Evaluation of Sub-acute toxicity and safety profile of Charmagaz seed oil in rats. *PloS one*, 20(7), e0327697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327697>
11. Mukherjee, P. K., Singha, S., Kar, A., Chanda, J., Banerjee, S., Dasgupta, B., Haldar, P. K., & Sharma, N. (2022). Therapeutic importance of Cucurbitaceae: A medicinally important family. *Journal of ethnopharmacology*, 282, 114599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114599>
12. Oyeleke, A. W., Oluwajuyitan, D. T., Oluwamukomi, O. M., & Enujiugha, N. V. (2019). Amino acid profile, functional properties and in-vitro antioxidant capacity of Cucurbita maxima and Cucurbita mixta fruit pulps and seeds. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 10(4), 224–241. <https://doi.org/10.9734/ejnf/2019/v10i430117>
13. Men, X., Choi, S. I., Han, X., Kwon, H. Y., Jang, G. W., Choi, Y. E., Park, S. M., & Lee, O. H. (2020). Physicochemical, nutritional and functional properties of Cucurbita moschata. *Food science and biotechnology*, 30(2), 171–183. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00835-2>
14. Arshad, Z., Ashraf, N., Ali, A., Iqbal, A., Rafique, M., Gulzar, M., ... & Hassan, S. A. (2025). Evaluation of the Antioxidant and Antimicrobial Properties of Pumpkin Pulp During Storage Through the Ultrasonication Process. *Food Science and Engineering*, 6(1), 87–102. <https://doi.org/10.37256/fse.6120255657>
15. Al-Anoos, I. M., El-dengawy, R., & Hasanin, H. (2015). Studies on chemical composition of some Egyptian and Chinese pumpkin (Cucurbita maxima) seed varieties. *Journal of Plant Science & Research*, 2(2), 1–4.
16. Islam, M., Jothi, J. S., Habib, M. R., & Iqbal, A. (2014). Evaluation of nutritional and sensory quality characteristics of pumpkin pies. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 1(07), 1091–1097.
17. Uchasnyky proektiv Wikimedia. (2011b, 19 lypnia). Konservuvannia — Vikipediia. Vikipediia. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Konservuvannia>
18. Hyun, J. E., Kim, J. Y., Kim, E. M., Kim, J. C., & Lee, S. Y. (2019). Changes in microbiological and physicochemical quality of dried persimmons (Diospyros kaki Thunb.) stored at various temperatures. *Journal of Food Quality*, 2019(1), 6256409. Doi: 10.1155/2019/6256409
19. Caballero-Gutiérrez, B. L., Márquez-Cardozo, C. J., Ciro-Velásquez, H. J., & Cortés-Rodríguez, M. (2025).

- Pumpkin powder with co-products seeds and peel: effect on the physicochemical and functional properties by spray drying. *Applied Food Research*, 5(1), 100879. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100879>
20. Joudi-Sarighayeh, F., Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., & Hernández-Hernández, J. L. (2022). The Optimization of the Physical–Thermal and Bioactive Properties of Pumpkin Slices Dried in a Hybrid Microwave–Convective Dryer Using the Response Surface Method. *Agronomy*, 12(10), 2291. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102291>
 21. Lucan, C. A., Cugorean, M. I., Gălan, I. M., Ciobanu, A., Pop, A., Oprinescu, C. I., ... & Hădărugă, N. G. (2024). State-of-the-art on the Dehydration and Drying of Cucurbita Species. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 81(2), 1-14.
 22. Can, A. (2007). An analytical method for determining the temperature dependent moisture diffusivities of pumpkin seeds during drying process. *Appl Therm Eng*, 27, 682-7. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.04.030>
 23. Mashitoa, F.M., Shoko, T., Shai, J.L., Slabbert, R.M., Sultanbawa, Y. & Sivakumar, D. (2021). Influence of Different Types of Drying Methods on Color Properties, Phenolic Metabolites and Bioactivities of Pumpkin Leaves of var. Butternut squash (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir). *Front. Nutr.* 8, 694649. doi: 10.3389/fnut.2021.694649
 24. Mohammed, H. H., Tola, Y. B., Taye, A. H., & Abdisa, Z. K. (2022). Effect of pretreatments and solar tunnel dryer zones on functional properties, proximate composition, and bioactive components of pumpkin (*Cucurbita maxima*) pulp powder. *Heliyon*, 8(10). <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10747>
 25. Grassino, A. N., Karlović, S., Šošo, L., Dujmić, F., Sabolović, M. B., Marelja, M., & Brnčić, M. (2024). Influence of Different Drying Processes on the Chemical and Texture Profile of *Cucurbita maxima* Pulp. *Foods*, 13(4), 520. <https://doi.org/10.3390/foods13040520>
 26. Henriques, F., Guiné, R., & João Barroca, M. (2012). Chemical properties of pumpkin dried by different methods. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 7(1-2), 98-105.
 27. Santos, L.G., Martelli, S.M. & Werle, L.O. Carotenoid retention in mini-moranga pumpkin: the role of temperature in the kinetics and thermodynamic parameters of hot-air drying. *J Food Sci Technol* (2025). <https://doi.org/10.1007/s13197-025-06301-3>
 28. Sniezshkin Yu.F., Petrova Zh.O. (2007). *Teplomasoobminni protsesy pid chas oderzhannia karotynovmistnykh poroshkiv*. Kyiv: VD «Akademperiodyka».
 29. Hosen, M., Rafii, M. Y., Mazlan, N., Jusoh, M., Oladosu, Y., Chowdhury, M. F. N., Muhammad, I., & Khan, M. M. H. (2021). Pumpkin (*Cucurbita* spp.): A Crop to Mitigate Food and Nutritional Challenges. *Horticulturae*, 7(10), 352. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100352>
 30. Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A. H., Jamil, M. A., ... & Zerlasht, M. (2022). Utilization of pumpkin, pumpkin powders, extracts, isolates, purified bioactives and pumpkin based functional food products: A key strategy to improve health in current post COVID 19 period: An updated review. *Applied Food Research*, 2(2), 100241. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100241>
 31. Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A. H., Jamil, M. A., ... & Majeed, M. A. (2022). A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chemistry Advances*, 1, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>
 32. Adiletta, G., Wijerathne, C., Senadeera, W., Russo, P., Crescitelli, A., & Di Matteo, M. (2018). Dehydration and rehydration characteristics of pretreated pumpkin slices. *Italian Journal of Food Science*, 30(4). <https://doi.org/10.14674/IJFS-1176>
 33. Petrova, Z., & Grakov, D. (2025). Teplomasoobminni protsesy pid chas oderzhannia kombinovanykh karotynovmistnykh produktiv. *Teplofizyka ta Teploenerhetyka*, 47(1), 30-40. <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2025.3>

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF OPERATING PARAMETERS AND MATERIAL FORM ON THE DRYING OF MUSCAT PUMPKIN (CUCURBITA MOSCHATA)

Petrova Zh.O., Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Novikova Y.P., PhD

Abstract. The pumpkin family (*Cucurbitaceae*) is the most widespread in the world, comprising about 956 species, including pumpkins, cucumbers, melons, watermelons, squash, and many others. Pumpkins (*Cucurbita*) are divided into edible and fodder varieties. The five most popular species grown worldwide are musk pumpkin (*Cucurbita moschata*), which has been widely cultivated since ancient times. The demand for pumpkin is growing every year due to its functional properties. It is rich in carotenoids, B vitamins, minerals and trace elements, pectin's, dietary fiber, polysaccharides, while being low in calories. The carotenoids contained in pumpkin are natural pig-

ments that are converted in the human body into vitamin A, which is essential for vision, immune function, and skin health. Pumpkin is a seasonal product that can be stored using well-known preservation methods. Drying is the most common and oldest method of preservation. Pumpkins have been dried using various methods, such as sun drying, convective drying, microwave drying, vacuum microwave drying, freeze drying, infrared drying, and various combined methods. Convective drying is the most common method, but the demand for combined methods is constantly growing. Therefore, the aim of this work is to study stepwise and combined drying modes, as well as the influence of material shape, to reduce the duration of the process. The research was carried out on an experimental convective stand equipped with additional infrared lamps. Before the experiments, the pumpkin was washed, cleaned, and cut into slices and shavings. It was determined that the use of these proposed modes allows for a reduction in drying time compared to 65 °C. The influence of the shape of the material on drying was investigated. Comparing the shape of the material, it can be concluded that the modes affect it differently. Thus, when drying pumpkin shavings, the duration of the stepwise mode is 1.1 times shorter than that of the combined mode. And when drying slices, the duration of drying in the combined mode is 1.3 times shorter than that of the stepwise mode. When drying pumpkin slices, the dehydration time is 1.7–2.3 times shorter than for grated pumpkin, regardless of the mode. Slice drying is well suited for the production of chips, while the chips can be used in the production of functional powders.

Keywords: drying, pumpkin, convection, combined drying, intensification.

Список використаної літератури

1. Intrastook J., Tsusaka T. W., Anal A. K. Trends and current food safety regulations and policies for functional foods and beverages containing botanicals // *Journal of food and drug analysis*. 2024, 32(2). P. 112–139. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3499>
2. Designing Nutrition for Health-Incorporating Dietary By-Products into Poultry Feeds to Create Functional Foods with Insights into Health Benefits, Risks, Bioactive Compounds, Food Component Functionality and Safety Regulations / P.A. Vlaicu et al // *Foods (Basel, Switzerland)*. 2023, 12(21), 4001. <https://doi.org/10.3390/foods12214001>
3. Poe M.R., McLain R.J., Emery M., Hurley P.T. Urban Forest justice and the rights to wild foods, medicines, and materials in the city // *Human ecology*. 2013, 41(3). P. 409–422. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9572-1>
4. Meléndez-Martínez A.J., Stinco C.M., Mapelli-Brahm P. Skin Carotenoids in Public Health and Nutricosmetics: The Emerging Roles and Applications of the UV Radiation-Absorbing Colourless Carotenoids Phytoene and Phytofluene // *Nutrients*. 2019., 11, 1093. <https://doi.org/10.3390/nu11051093>
5. Переробка хурми (*Diospyros Kaki L.*) сушінням / Ж.О. Петрова та інші // *Scientific Works*. 2024, 88(1). С. 19–29. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i1.2955>
6. Bas T. G. Bioactivity and Bioavailability of Carotenoids Applied in Human Health: Technological Advances and Innovation // *International journal of molecular sciences*. 2024, 25(14), 7603. <https://doi.org/10.3390/ijms25147603>
7. Shalaby E., Azzam, G. M. (Eds.). *Antioxidants in foods and its applications*. BoD–Books on Demand, 2018. 178 p. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72008>
8. Mussagy C. U., Winterburn J., Santos-Ebinuma V. C., Pereira J. F. B. Production and extraction of carotenoids produced by microorganisms // *Applied microbiology and biotechnology*. 2019, 103(3). P. 1095–1114. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9557-5>
9. Jamuna S., Karthika K., Paulsamy, S. J. J. R. B. Phytochemical and pharmacological properties of certain medicinally important species of Cucurbitaceae family—a review // *Journal of Research in Biology*. 2015, 5(6). P.1835–1849.
10. Evaluation of Sub-acute toxicity and safety profile of Charmagaz seed oil in rats / A. Adil et al // *PloS one*. 2025, 20(7), e0327697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327697>
11. Therapeutic importance of Cucurbitaceae: A medicinally important family / P. K. Mukherjee et al // *Journal of ethnopharmacology*. 2022, 282, 114599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114599>
12. Oyeleke A. W., Oluwajuyitan D. T., Oluwamukomi O. M., Enujiugha N. V. Amino Acid Profile, Functional Properties and In-Vitro Antioxidant Capacity of Cucurbita Maxima and Cucurbita Mixta Fruit Pulp and Seeds // *European Journal of Nutrition and Food Safety*. 2019, 10(4). P.224–241. <https://doi.org/10.9734/ejnf/2019/v10i430117>
13. Physicochemical, nutritional and functional properties of *Cucurbita moschata* / X. Men et al // *Food science and biotechnology*. 2020, 30(2). P.171–183. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00835-2>
14. Evaluation of the Antioxidant and Antimicrobial Properties of Pumpkin Pulp During Storage Through the Ultrasonication Process / Z. Arshad et al // *Food Science and Engineering*. 2025, 6(1). P.87–102. <https://doi.org/10.37256/fse.6120255657>
15. Al-Anoos I. M., El-dengawy R., Hasanin, H. Studies on chemical composition of some Egyptian and Chinese pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed varieties // *Journal of Plant Science & Research*. 2015, 2(2). P.1–4.

16. Islam M., Jothi J. S., Habib M. R., Iqbal A. Evaluation of nutritional and sensory quality characteristics of pumpkin pies // *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*. 2014, 1(07). P.1091-1097.
17. Учасники проєктів Вікімедіа. Консервування – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Консервування> (дата звернення: 01.07.2025).
18. Changes in Microbiological and Physicochemical Quality of Dried Persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) Stored at Various Temperatures / J.-E. Hyun et al // *Journal of Food Quality*. 2019. Vol. 2019. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/6256409>.
19. Caballero-Gutiérrez B. L., Márquez-Cardozo C. J., Ciro-Velásquez H. J., Cortés-Rodríguez M. Pumpkin powder with co-products seeds and peel: effect on the physicochemical and functional properties by spray drying // *Applied Food Research*. 2025, 5(1), 100879. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100879>
20. Joudi-Sarighayeh F., Abbaspour-Gilandeh Y., Kaveh M., Hernández-Hernández J. L. The Optimization of the Physical–Thermal and Bioactive Properties of Pumpkin Slices Dried in a Hybrid Microwave–Convective Dryer Using the Response Surface Method // *Agronomy*. 2022, 12(10), 2291. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102291>
21. State-of-the-art on the Dehydration and Drying of Cucurbita Species / C. A. Lucan et al // *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*. 2024, 81(2). P.1-14.
22. Can A. An analytical method for determining the temperature dependent moisture diffusivities of pumpkin seeds during drying process // *Appl Therm Eng.* 2007, 27, 682-7. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.04.030>.
23. Influence of Different Types of Drying Methods on Color Properties, Phenolic Metabolites and Bioactivities of Pumpkin Leaves of var. Butternut squash (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir) / F.M. Mashitoa et al // *Front. Nutr.* 2021, 8, 694649. doi: 10.3389/fnut.2021.694649
24. Mohammed H. H., Tola Y. B., Taye A. H., Abdisa Z. K. Effect of pretreatments and solar tunnel dryer zones on functional properties, proximate composition, and bioactive components of pumpkin (*Cucurbita maxima*) pulp powder // *Heliyon*. 2022, 8(10). <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10747>
25. Influence of Different Drying Processes on the Chemical and Texture Profile of *Cucurbita maxima* Pulp / A. N. Grassino et al // *Foods*. 2024, 13(4), 520. <https://doi.org/10.3390/foods13040520>
26. Henriques F., Guiné R., João Barroca M. Chemical properties of pumpkin dried by different methods // *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*. 2012, 7(1-2). P. 98-105.
27. Santos L.G., Martelli S.M. Werle, L.O. Carotenoid retention in mini-moranga pumpkin: the role of temperature in the kinetics and thermodynamic parameters of hot-air drying // *J Food Sci Technol*. 2025. <https://doi.org/10.1007/s13197-025-06301-3>
28. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмістних порошків. Київ: ВД «Академперіодика», 2007. 162с.
29. Pumpkin (*Cucurbita* spp.): A Crop to Mitigate Food and Nutritional Challenges / M. Hosen et al // *Horticulturae*. 2021, 7(10), 352. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100352>
30. Utilization of pumpkin, pumpkin powders, extracts, isolates, purified bioactives and pumpkin based functional food products: A key strategy to improve health in current post COVID 19 period: An updated review / A. Hussain et al // *Applied Food Research*. 2022, 2(2), 100241. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100241>
31. A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits / A. Hussain et al // *Food Chemistry Advances*. 2022, 1, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>
32. Adiletta G., Wijerathne C., Senadeera W., Russo P., Crescitelli A., Di Matteo, M. Dehydration and rehydration characteristics of pretreated pumpkin slices // *Italian Journal of Food Science*. 2018. 30(4). <https://doi.org/10.14674/IJFS-1176>
33. Петрова Ж.О., Граков Д.П. Тепломасообмінні процеси під час одержання комбінованих каротиновмістних продуктів // *Теплофізика та Теплоенергетика*. 2025, 47(1), С. 30-40. <https://doi.org/10.31472/tpe.1.2025.3>

Отримано в редакцію 16.06.2025
Прийнято до друку 02.09.2025

Received 16.06.2025
Approved 02.09.2025

ЗМІСТ

ДЕСТРУКЦІЯ ТКАНИН ДЕЯКИХ ЯГІД ТА ФРУКТІВ ПРИ НАГРІВАННІ	
Корінчевська Т.В., Михайлик В.А.	4
ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ ДИНИ ТА ТЕПЛОМАСООБМІН В ПРОЦЕСІ ЙОГО СУШІННЯ	
Дмитренко Н.В., к.т.н., Іванов С.О., к.т.н., Дабіжа Н.О.	11
ПЕРЕРОБКА ХУРМИ (DIOSPYROS KAKI L.) СУШІННЯМ	
Петрова Ж.О., Новікова Ю.П., Слободянюк К.С., Граков О.П., Коваль І.О.	19
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕЖИМИ НАСИЧЕННЯ ЦУКРОЗОЮ ЧАСТИНОК ПЛОДУ ЛИМОНУ	
Гузьова І.О., Атаманюк В.М.	30
КОМБІНОВАНА СИСТЕМА МІКРОХВИЛЬОВОГО ДЕГІДРАТОРА ІЗ ТЕПЛОНАСОСНИМИ ВИПАРНИМИ АПАРАТАМИ	
Бурдо О. Г., д.т.н., професор, Славинська В.О.	37
ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ ГЕЙНЕРІВ ЯК АКТУАЛЬНОГО ВИДУ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ	
Авдєєва Л.Ю., Декуша Г.В., Турчина Т.Я., Макаренко А.А.	43
ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЮРЕ ІЗ ГАРБУЗА	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Турчина Т.Я., Декуша Г.В.	50
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ	
Коник А.В., Декуша Г.В.	57
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І МЕТОД РОЗРАХУНКУ ДИНАМІКИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ЗОНІ КОНДЕНСАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ТРУБИ	
Сорокова Н.М., Половинкін К.О.	63
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТВЕРДОГО ПАЛИВА З БУРЯКОВОГО ЖОМУ	
Іващук О.С., Атаманюк В.М., Чижович Р.А., Манастирська В.А., Собечко І.Б.	70
ВИВЧЕННЯ БІОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ РОСЛИН	
Дячок В.В.	76
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕВОДНЕННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТА ВІДЦЕНТРОВИХ ПОЛІВ	
Коцур І.О.	84
ГІДРОМЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ СИРОВИНИ З ЯЛОВИЧИНИ ШЛЯХОМ МАСУВАННЯ: ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ	
Вербіцький С.Б.	90
ОСНОВНІ ПІДХОДИ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ТЕРМОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНЕСЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ТЕПЛОТИ І МАСИ ПРИ СУШІННІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Ощипок І. М.	99
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ШНЕКОВИХ ПРЕСІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ОЛІЇ	
Хоменко А. Д., Осадчук П.І.	107
ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОМБІНОВАНОГО СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
Яровий І.І., Маренченко О.І., Алі В.П.	113
ДОСЛІДЖЕННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПРОЦЕСІВ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ	
Мординський В.П., Бурдо А.К., Фатєєва Я. О., Грещук В.П.	122
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ШНЕКОВОГО ЕКСТРАКТОРУ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ	
Всеволодов О.М., Аль-Хамад І. М., Терзієв С.Г.	128
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАКЦІЇ СОНЯШНИКОВОЇ МАКУХИ В СЕРЕДОВИЩІ CO ₂	
Безбах І. В., Бандура В. М., Безбах С. В., Тараненко Є. Ю., Казани В. З.	135
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ РІДИН	
Кравченко О. Ю.	143
ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ЕФІРНИХ ОЛІЙ	
Коваленко О.А., Славинський Р.Л., Федосов Я. С., Славинська В.О.	149
КІНЕТИКА ВИЛУЧЕННЯ ОЛІЇ З МАКУХИ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ	
Запорожець Д.О., Ружицька Н.В.	156
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ХЛІБОБУЛОЧНИХ, КОНДИТЕРСЬКИХ, МАКАРОНИХ ВИРОБІВ І ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ	
Солоницька І.В., Макарова О.В., Ганчев С.С.	162
ТЕРМОСТАБІЛЬНИЙ ЗАВАРНИЙ КРЕМ НА ОСНОВІ РЕЗИСТЕНТНОГО КРОХМАЛЮ З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ	
Капустян А.І., Доценко С.Є., Доценко Н.В., Науменко К.І., Гураль Л.С., Лисюк В.М.	167