

РОЗДІЛ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 660.47:664.834

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ СУШІННЯ КАРТОПЛІ КОМБІНОВАНИМИ МЕТОДАМИ ЕНЕРГОПІДВЕДЕННЯ

Бандуренко Г.М.¹, Малезик І.Ф.², Дубковецький І.В.³, Писарев М.Г.⁴

¹канд. техн. наук, доцент, ²д-р техн. наук, професор, ³канд.техн. наук, доцент, ⁴аспірант,
Національний університет харчових технологій (м. Київ)

Бандуренко Г.М., Малезик І.Ф., Дубковецький І.В., Писарев М.Г. Удосконалення способів сушіння картоплі комбінованими методами енергопідведення. Найбільш ефективним методом консервування харчових продуктів на сьогодні є сушіння. В той же час цей метод є і найдорожчим. Тому головним завданням процесу сушіння є добитися найвищої якості при мінімальних витратах електроенергії. Для зневоднення картоплі з енергетичної точки зору найбільш доцільним є сушіння інфрачервоним випромінюванням, але даний метод не набув значного поширення через явище термодифузії. У роботі наведено результати дослідження процесу сушіння за класичною технологією картоплі трьома методами: конвективним, конвективно-інфрачервоним, конвективним-НВЧ.

Ключові слова: інфрачервоне сушіння, картопля, комбінований метод опромінення.

Bandurenko G., Malezhik I., Dubkovetskyu I., Pisarev M. Improving the methods of drying potatoes using combined sources of energy. The most effective method of food preservation today is dry. However, this method is also the most expensive. Therefore, the main objective of the drying process is to achieve the highest quality at a minimum cost of electricity. For dehydrated potato from the energy point of view, the most appropriate drying by infrared radiation, but this method has not acquired a significant spread through thermal diffusion phenomenon. The paper studies the drying of potato by three methods: convection, combination infrared light of convection methods and combination microwave of convection methods.

Keywords: infrared drying, potato, mushrooms, combined method of exposure energy consumption.

За останні роки актуальним питанням стало впровадження сучасних енергозберігаючих технологій в усі галузі харчової промисловості. Ця гостра потреба зумовлена суворими реаліями життя, коли більшість підприємств змушена боротися за своє виживання і місце на ринку. Особлива увага приділяється технологіям з мінімальною кількістю затрат на виробництво та переробку відходів, забезпечуючи тим самим додаткові позитивні переваги у сфері економічної доцільності та охорони навколишнього середовища.

Це питання постає також і в технологіях сушених харчових напівфабрикатів, виробництво яких, у світлі останніх подій, набуває все більшого значення. Серед попиту на сушені овочі найбільш затребуваною є сушена картопля, яку використовують у приготуванні перших і других страв [1-4].

Найбільш розповсюдженим способом сушіння картоплі є конвективний, який не потребує складного обладнання і є найбільш поширеним для овочевої сировини. Незважаючи на його переваги, недоліком є велика тривалість сушіння (220...260 хвилин) і небажані зміни фізико-хімічного складу сировини у процесі тривалої дії температур та інтенсивного контакту з повітрям. Інші дослідники пропонують численні способи сушіння картоплі шляхом опромінення, сублімації чи застосування складних комбінованих способів із застосуванням струмів високої і надвисокої частоти [5-8].

Вказані особливості процесу позначаються, у першу чергу, на органолептичних характеристиках отриманих продуктів, що є важливим для споживача. Задачі підвищення

якості сушеної продукції, а також проблеми енергозбереження й інтенсифікації технологій постали досить гостро для виробників і потребують вирішення [5,6].

Мета роботи – дослідити можливість інтенсифікації процесу сушіння картоплі при застосуванні комбінованих методів енергопідведення.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували сорти картоплі Слов'янка, Либідь, Явір виведені в інституті картоплярства НААН.

Методи досліджень – стандартні, загальноприйняті. Вологовміст та швидкість сушіння визначали за класичними методиками. Попередня підготовка картоплі включала миття, інспекцію, калібрування, очищення і доочищення. Очищення картоплі здійснювали механічним способом. Дочищену картоплю нарізали на пластинки товщиною 1,5-2 мм, змивали з поверхні крохмаль і піддавали короткочасному бланшуванню у гарячій воді протягом 1-2 хвилин. Підготовлену картоплю розміщували в один шар на сітчастому піддоні, який вставляли в сушильну камеру. Після цього здійснювали сушіння картоплі різними способами до вмісту сухих речовин 92 %. Охолоджені зразки картоплі фасували в герметичні пакети, які направляли на зберігання.

Конвективний спосіб сушіння здійснювали у лабораторній установці з можливістю варіювання температури і швидкості руху повітря [2].

Комбінований спосіб сушіння з використанням терморадіаційного впливу полягав у поєднанні імпульсного інфрачервоного опромінення й конвективного способу. Опромінення здійснювалось зверху продукту трубчастими «темними» ІЧ-генераторами з довжиною хвиль 2,0...4,0 мкм. Величина опроміненості інфрачервоних тенів становила $E=8$ кВт/м². Відстань від інфрачервоних тенів до продукту становила 15 см. Регулювання величини E під час сушіння здійснювали з допомогою датчика температури з кроком варіювання $\pm 1^\circ\text{C}$. Одночасно з опроміненням здійснювали конвективне підведення теплоти від зовнішнього тону потужністю 1 кВт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с.

Інший комбінований спосіб сушіння полягав у поєднанні НВЧ-впливу у перший та другий період сушіння з конвективним способом, який застосовували у третьому періоді сушіння. НВЧ опромінення проводилося при густині теплового потоку 170-850 Вт/см².

Результати досліджень. Конвективний спосіб сушіння сировини полягає у використанні теплоносія - повітря. Цей спосіб є більш енергозатратний порівняно з використанням інфрачервоного випромінювання, при якому повітря не виконує функцію носія теплоти, а лише функцію відведення вологи. Нами запропоновано комбінувати ці два способи підведення теплоти при сушінні, що дозволить зменшити відносну вологість повітря, а отже збільшити рушійну силу процесу порівняно з терморадіаційним сушінням. Також було досліджено процес сушіння шляхом комбінування конвективного способу з НВЧ сушінням [3].

Згідно попередніх досліджень оптимальна температура сушіння для картоплі знаходиться у межах 80-85°C. Для прискорення технології нами рекомендовано проводити нарізання картоплі на пластинки товщиною 1,5-2 мм замість 3-4 мм. Це стало можливим за рахунок використання новітніх сортів картоплі з хіміко-технологічними показниками, які дозволяють зберегти структуру пластинок картоплі у процесі її переробки. Така пропозиція дозволила скоротити процес сушіння картоплі конвективним способом у 2 рази і отримати продукт за 120 хвилин. Було також проведено дослідження процесу сушіння картоплі, конвективно-терморадіаційним способом, а також НВЧ-конвективним способом при температурі теплоносія 80-85°C. Одержані в результаті досліджень криві сушіння картоплі, висушеної різними способами наведено на рисунку 1.

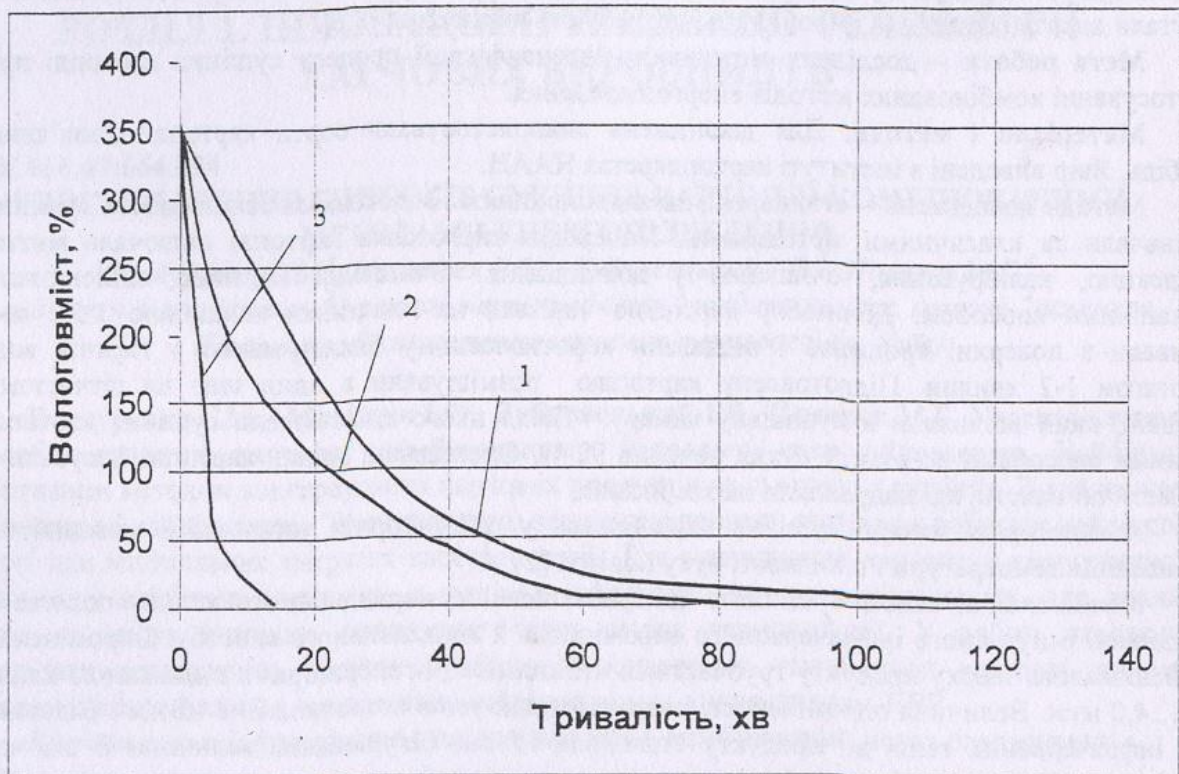


Рис.1. Криві сушіння картоплі різними способами: 1-конвективним, 2-конвективно-терморадіаційним, 3- НВЧ-конвективним.

Як видно з рис.1, найкоротший процес сушіння (16 хв) спостерігався при застосуванні комбінування НВЧ-способу сушіння (при густині теплового потоку 340 Вт/см^2) з конвективним, що є дуже істотним результатом для інтенсифікації технології. Найдовшим був процес сушіння картоплі конвективним способом (120 хвилин). Комбінований спосіб конвективно-терморадіаційний посів проміжне місце (80 хвилин), що узгоджується з даними інших дослідників [4].

Для подальшого порівняння отриманих режимів було досліджено питомі витрати електроенергії при сушінні картоплі запропонованими способами. Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати наступне. При сушінні пластинок конвективним способом тривалість процесу складала 120 хвилин, що привело до відповідних енерговитрат (4,5 кВт·год). При сушінні пластинок картоплі мікрохвильовим способом процес був найкоротшим (16 хвилин), але потребував великих витрат енергії (понад 8,5 кВт·год). Найменші витрати енергії (3 кВт·год на 1 кг) спостерігались при застосуванні конвективно-інфрачервоного способу сушіння пластинок, що пояснюється короткими періодами включення ТЕНів протягом усього процесу сушіння.

Порівняння якісних показників отриманих зразків картоплі проводили наступним чином. Органолептичні показники отриманих зразків перевірили на їх відповідність вимогам діючих стандартів (табл. 1).

Встановлено, що всі зразки відповідають вимогам стандартів, а їх органолептичні показники при порівнянні відрізняються один від одного неістотно.

У лабораторних умовах кафедри технології консервування було перевірено тривалість відновлення отриманих зразків та можливість їх використання у виготовленні перших та других обідніх страв. Встановлено, що тривалість відновлення зразків становить 18...20 хвилин, що не перевищує вимоги стандарту (25 хвилин). Після відновлення шматочки картоплі зберігали свою цілісність та природний колір, смак і аромат. Виготовлено зразки страв «Суп картопляний з грибами», «Рагу овочева», «Солянка овочева». Проведено аналіз їх органолептичних та фізико-хімічних показників, а також дегустацію, при якій всі зразки

страв отримали високу бальну оцінку.

Таблиця 1
Органолептичні показники зразків картоплі, зневоднених різними способами

Спосіб зневоднення	Органолептичні показники
Конвективний	Пластинки цілі, твердої консистенції, смак та запах властиві картоплі, колір – від білого до кремового. Кількість пластинок з темними плямами не перевищує 5%.
Конвективно-терморадіаційний	Пластинки цілі, твердої консистенції, смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, колір білий. Кількість пластинок з темними плямами не перевищує 3 %.
НВЧ-конвективний	Пластинки цілі, твердої консистенції, смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, колір – від білого до кремового. Кількість пластинок з темними плямами – від 2 до 8 %, залежить від густини теплового потоку.

Висновок. Аналізуючи отримані дані можна стверджувати про те, що кожен спосіб сушіння картоплі має свої переваги і свої недоліки. З однієї сторони це – можливість інтенсифікації процесу при умові високої якості продукції, а з іншої – високі енерговитрати. На підставі проведених досліджень можна зробити висновок щодо великої перспективності комбінованого способу сушіння – терморадіаційного і конвективного, який необхідно вивчати і удосконалювати.

Література

1. Справочник технолога общественного питания / А.И. Мглинец, Г.Н. Ловачева, Л.М. Алешина и др. – М.: Колос, 2000. – 416с.:ил.
2. Потапов В.О. Рациональні режими сушіння овочів змішаним теплопідводом : автореф. дис. канд.техн. наук / В.О. Потапов. – Одеса, 1994. – 16 с.
3. Исследование динамики влажности кубиков картофеля в процессе сушки в ленточной сушилке; оценка эффективности сушки, потребления тепла и равномерности сушки / Паньковский Г.А. // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2006, №3. – С. 863. – Москва
4. Зоря О.П. Сучасні аспекти підвищення ефективності виробництва плодоовочевої продукції / О.П. Зоря // Вісник Харківського технічного університету сільського господарства: Економічні науки. Вип. 71.- Харків: ХНТУСГ, 2008. – С.154-160.
5. Атаназевич В.И. Сушка пищевых продуктов / Справочное пособие. – М.: ДеЛи, 2000.с-296.
6. Effect of mode of drying on microstructure of potato / Lewicki Piotr P., Pawlak Grzegorz // Drying Technol. - 2005. - 23, № 4. - С. 847-869. - Англ.
7. Effect of gamma irradiation on quality of dried potato / J. Wang, Y. Chao // Radiation Physics and Chemistry. – 2003. - Volume 66, Issue 4. – С. 293–297. – Англ.
8. Effect of the dates of extraction on the quality of potato pulp / Katsuichi Saitoa, Takahiro Nodaa, Shogo Tsudaa, Motoyuki Moria, Yasuhiro Hasab, Hideki Kitoa, Yuji Odaa // Bioresource Technology. – 2006. - Volume 97, Issue 18. –С. 2470–2473. – Англ.