

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ СУШІННЯ ЧОРНОСЛИВУ

І.В. Швецова, магістрант,
О.С. Бессараб, канд. техн. наук,
В.В. Шутюк, д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано сучасний стан використання мікрохвильового випромінювання для сушіння харчових продуктів у комбінаціях з іншими поширеними способами зневоднення в лабораторних умовах. Наведено результати лабораторних досліджень сушіння слив конвективним, мікрохвильовим і комбінованим мікрохвильовим з конвективним способами.

Ключові слова: *чорнослив, конвекція, мікрохвильове сушіння, кінетика*

Вступ. Проблема перероблення сільськогосподарських сировини і продуктів з метою зменшення їхніх втрат, збільшення термінів зберігання, підвищення якості харчових продуктів та їх конкурентоздатності нині є надзвичайно актуальною для України. Перспективним напрямом вирішення даної проблеми є розвиток сушильних технологій з метою отримання якісних висушених продуктів.

Популярність чорносливу незмінно висока завдяки його смакових якостях та цілющій дії, яке даний сухофрукт має на організм людини. У його склад входить велика кількість вітамінів (Е, бета-каротин, РР, С і вітаміни групи В); мікроелементів (залізо, калій, кальцій, натрій, магній, фосфор, кобальт, йод, цинк, фтор, марганець, мідь); інших корисних речовин (цукор, клітковина, пектини, органічні кислоти, крохмаль, вуглеводи, білки). З органічних кислот в чорносливі переважає яблучна, але також присутні і лимонна, саліцилова і щавлева. Завдяки вмісту в чорносливі поліфенолам, цей сухофрукт впливає на підвищення пружності стінок судин, що благотворно позначається на роботі всієї серцево-судинної системи.

Чорнослив надзвичайно корисний при авітамінозах, оскільки містить широкий вітамінний набір. Досить часто чорнослив призначають при залізодефіцитній анемії, а також для поповнення нестачі калію в організмі. Всупереч розхожій думці про високий вміст цього мікроелементу в бананах, в чорносливі калію міститься в півтора рази більше. Висока енергетична цінність чорносливу і великий вміст в ньому корисних речовин дозволяє рекомендувати його для поповнення енергетичного балансу організму. Важливою перевагою чорносливу є те, що в ньому практично повністю

зберігається весь спектр корисних речовин, які містяться у свіжій сливі. Однак це твердження справедливе лише стосовно правильно висушеним слив.

Багато поширених способів сушіння, у тому числі конвективний, вакуумний і сублімаційний, мають високі енергетичні характеристики у період спадної швидкості сушіння. Завдяки застосуванню мікрохвильового оброблення на стадії досушування можна значно поліпшити енергетичні показники сушильних установок [5, 4]. Переваги мікрохвильового сушіння порівняно з іншими способами такі:

- значно більша швидкість процесу;
- однорідне нагрівання матеріалу по всьому об'єму з меншими температурними градієнтами;
- ефективність енергетичного перетворення;
- краще і гнучкіше керування процесом;
- потреба в меншій площі сушіння;
- можливість селективного нагрівання;
- поліпшення якості готової продукції;
- можливість впливу на фізичні й хімічні зміни.

Лабораторні дослідження, на відміну від теоретичних засад, показують неоднорідність розподілу мікрохвильового поля що призводить до нерівномірного розподілу температури в матеріалі [3]. Тривалий вплив мікрохвильової дії призводить до збільшення температури у місцях з вищою концентрацією сухих речовин і внаслідок призводить до перегрівання та обуглювання [1, 2]. Для подолання цієї проблеми можна використовувати комбіноване сушіння, тобто застосовувати мікрохвильове випромінювання з іншими способами.

Мета досліджень. Проаналізувати процеси перенесення під час сушіння чорносливу, визначити вплив характеристик процесу зневоднення на його інтенсивність.

Матеріали та методи.

Для дослідів використовували сливи заморожені без кісточок сорту Угорка звичайна, які зберігалися за температури (-20 ± 2) °С. Для дослідів сливи розморожували до температури 20 °С.

Сушильна установка для комбінованого сушіння харчових продуктів (рис. 1) складається з лабораторної сушильної камери DHG-9000 A, побутової мікрохвильової печі LG MF 6543 AF і додаткового повітропроводу, який з'єднує установки. Лабораторна установка може працювати у трьох режимах сушіння: конвективному, мікрохвильовому і комбінованому.

Установка для сушіння у конвективному режимі працює так: свіже повітря, попередньо підігріте до заданої температури, надходить у камеру конвективної сушарки 3. Витрати повітря регулюються за допомогою блока керування 1, а температура сушильного агента задається і витримується мікропроцесором 2. Волога з відпрацьованим повітря відводиться з камери.

У разі застосування виключно мікрохвильового режиму (без нагрівання повітря до заданої температури сушіння) використовують тільки побутову мікрохвильову піч 4 з вибором режимів за допомогою блока керування 5.

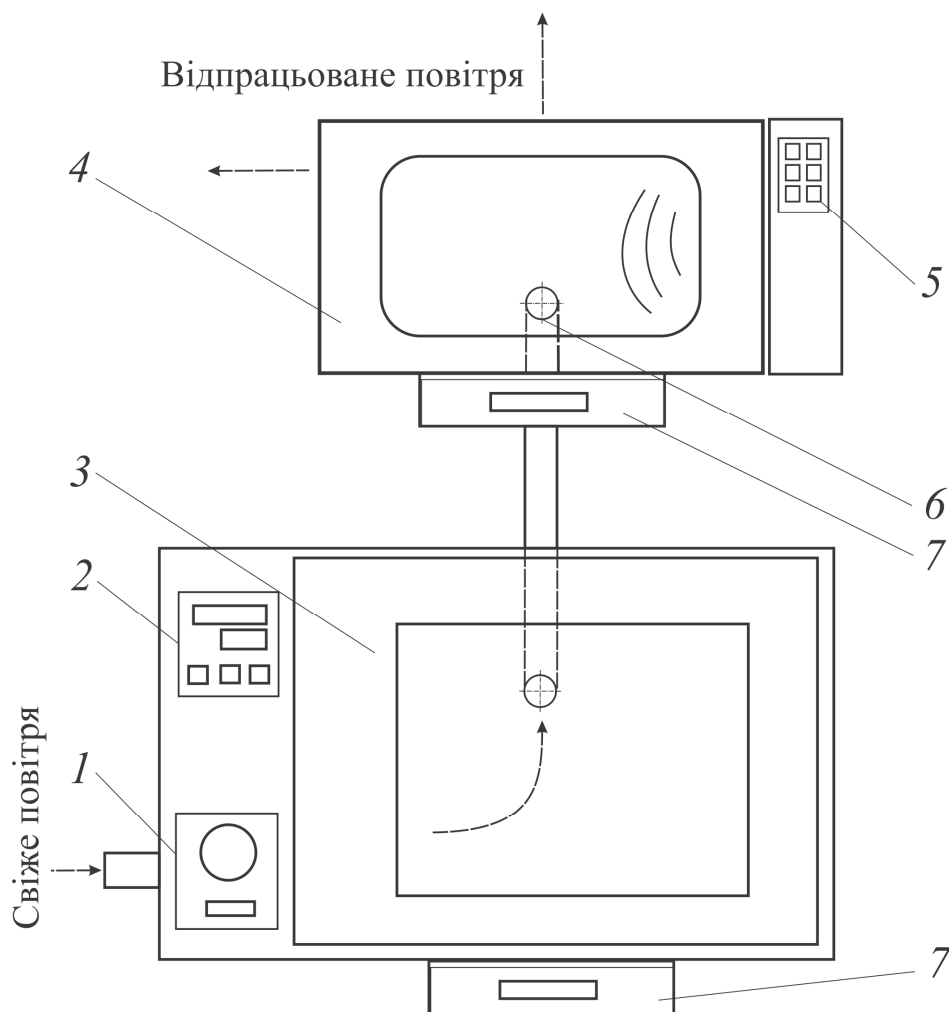


Рис. 1. Лабораторна установка для комбінованого сушіння конвективним і мікрохвильовим способами:

1 – блок керування подачею повітря; 2 – блок керування температурою сушильного агента; 3 – камера сушарки DHG-9000A; 4 – мікрохвильова піч LG MF 6543 AF; 5 – блок вибору режимів мікрохвильової печі; 6 – повітропровід; 7 – ваги

За використання комбінованого сушіння попередньо підігріте у сушарці DHG-9000A 3 повітря подається через повітропровід 6 у мікрохвильову піч 4.

Результати і обговорення. Досліди проводились в лабораторних кафедри технології консервування умовах на сушарці DHG-9000, що дало змогу точно задати температуру і отримати достовірні дані.

Для сушіння були обрані температури 60°C, 65°C, 70°C. Такий інтервал температур був вибраний, тому що сушити в режимі більше 70°C недоцільно, оскільки сливи мають ніжну структуру і більші температури призводять до

руйнування структури і погіршення якісних показників готового продукту, а задання менших режимів значно збільшує тривалість процесу і витрати теплоти.

Використання тільки мікрохвильового сушіння для слив скорочує (рис. 2) тривалість процесу, але якість отриманої продукції погіршується за рахунок часткового обвуглювання тканин. У даному випадку однією з основних причин, яка впливає на якість сушеної продукції, є необхідність зміни потужності НВЧ-випромінювача, зумовленої періодичністю роботи установки. НВЧ-випромінювач лабораторної установки має дискретне шести позиційне регулювання потужності, що не може в достатній мірі забезпечити необхідну зміну режиму сушіння.

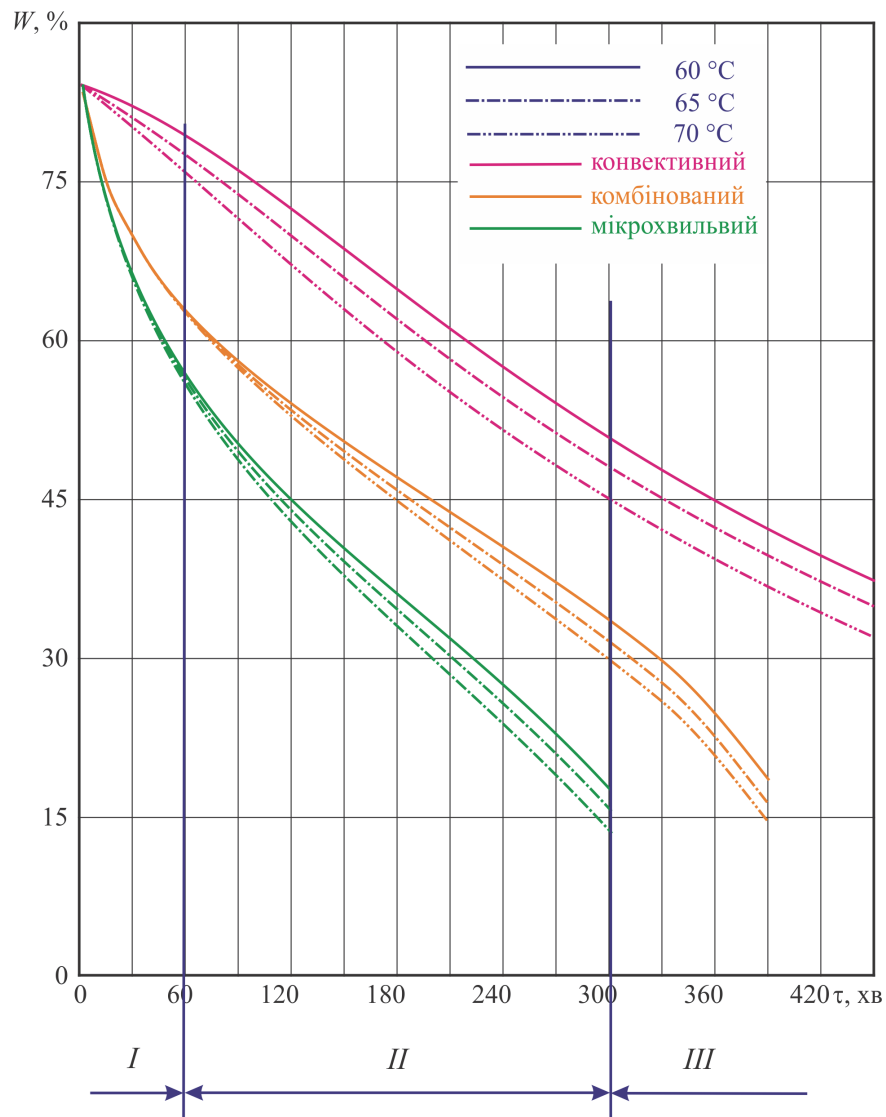


Рис. 2. Кінетика сушіння чорносливу різними способами

Застосування комбінованого способу зневоднення з використанням мікрохвильового випромінювання в період I (див. рис. 2) нагрівання сливи та III – спадної швидкості сушіння дозволяє отримати готовий продукт кращої якості, порівняно з мікрохвильовим, та з меншими витратами теплової енергії. Також попереднє мікрохвильове нагрівання дозволяє швидко

прогріти продукт, що частково замінює процес бланшування. Але на від мінусу від бланшованого чорнослив зберігає більше корисних речовин та має привабливий вигляд.

Висновок. Дослідження кінетики сушіння слив показали, що тривалість комбінованого способу значно менша порівняно з традиційним конвективним способом. Двостадійний спосіб сушіння підтвердив свою ефективність і майже нівелював різницю в часі порівняно з мікрохвильовим.

Використання на стадії досушування тільки мікрохвильового методу дає змогу досягти значно меншого вмісту вологи в кінцевому продукті.

Список використаної літератури

1. *Погожих М.І.* Сушіння плодово-ягідної сировини способом змішаного теплопідводу зі штучним пороутворенням // Монографія.– Харків: ХДУХТ, 2009. – 102 с.

2. *Сердюк М.Є.* Дослідження інтенсивності процесу втрати маси плодів сливи під час зберігання. /М.Є. Сердюк, Д.С. Степаненко, С.В. Кюрчев// Восточно-Европейский журнал передовых технологий.– 2016.– № 1/10(79). С. 42–48.

3. *Шутюк В.В.* Застосування мікрохвильового випромінювання для сушіння харчових продуктів / В.В. Шутюк // Наукові праці НУХТ. – К.: НУХТ, 2015. – Т. 21, № 3. - С.133-140.

4. *Manganaris A.* Effect of preharvest and postharvest conditions and treatments on plum fruit quality / A. Manganaris, A. P. Vicente, C. H. Crisosto // Agric. Food Chem. – 2007. – Vol. 55, Issue 17. – P. 7015–7020.

5. *Wang W.* Simulation of fluidized bed drying of carrot with microwave heating / W. Wang, B.N. Thorat, G. Chen, A.S. Mujumdar // Drying Technology. – 2002. – № 20. – P. 1855–1867.

THE STUDY COMBINED METHOD OF DRYING PRUNES

**Inga Shvetsova,
Alexander Bessarab,
Vitaliy Shutyuk**

National University of Food Technologies

Key words: *prunes, convection, microwave drying, kinetics*

In this paper, the analysis of current state of microwave drying of food products in combination with other common ways of dehydration in the laboratory has been conducted. The author presents the results of laboratory drying of plums using convective, microwave and combined microwave and convective drying methods.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА СУШКИ ЧЕРНОСЛИВА

И.В. Швецова, магистрант,
А.С. Бессараб, канд. техн. наук,
В.В. Шутюк, д-р техн. наук

Национальный университет пищевых технологий

Ключевые слова: чернослив, конвекция, микроволновая сушка, кинетика

В статье проанализировано современное состояние использования микроволнового излучения для сушки пищевых продуктов в комбинациях с другими распространенными способами обезвоживания в лабораторных условиях. Приведены результаты лабораторных исследований сушки слив конвективным, микроволновым и комбинированным микроволновым с конвективным способами.