

## РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ФРУКТІВ

**Суділковський Олег Володимирович**

здобувач вищої освіти інженерно-технічного факультету  
Подільський державний аграрно-технічний університет, Україна

**Науковий керівник: Підлісний Віталій Володимирович**

ORCID ID: 0000-0002-4718-7787

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій  
виробництва й стандартизації харчової продукції

Подільський державний аграрно-технічний університет, Україна

Для харчових продуктів нестійких до теплового впливу фактори, що обмежують час сушіння, є максимальна допустима температура нагріву продуктів. Для більш ефективного проведення процесу сушки і отримання високої якості фруктів необхідно дослідження закону зміни температури в процесі сушіння [1,3].

В результаті диференційно-термічного аналізу та аналізу кінетичних закономірностей стаціонарних режимів процесу сушіння фруктів пропонується наступний підхід до обґрунтування вибору комбінованих режимів сушки фруктів.

Процес сушки розбиваємо на різні за тривалістю етапи, на кожному з яких в залежності від виду форми зв'язку вологи, що випаровується з фруктів підбираємо свій раціональний технологічний режим сушки. При цьому значення швидкості теплоносія і потужності, що вводиться в робочу камеру брали фіксованими, які визначили експериментально (рис. 1). На кожному етапі їх вибір здійснювався відповідно до обмежень, які накладаються технологічними вимогами на якісні показники готового продукту.

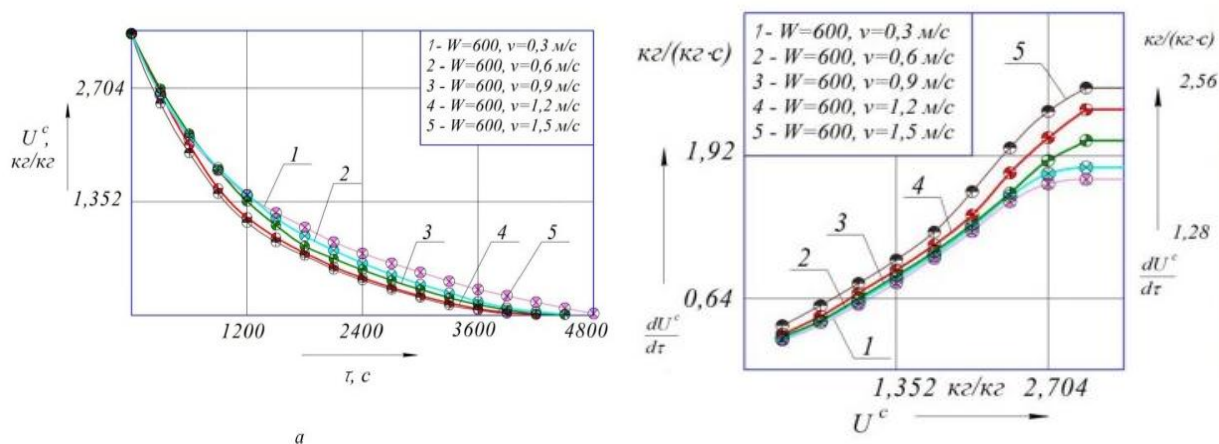


Рис. 1 Кінетичні закономірності цукатів при  $W = 600$  Вт: а - криві сушки, б - криві швидкості сушіння

Такі режими багатоступінчастого тепло підводу, тобто чергування температурної і гідродинамічної обробки продукту в щільному шарі і зміна тривалості етапів обумовлюється наступним.

Вологість на поверхні продукту залежить від швидкості переміщення вологи всередині матеріалу, тобто від волого провідності. І так швидкість сушіння на даному етапі залежить від волого провідності продукту і від швидкості дифузії вологи з поверхні матеріалу [2,4,5].

На першому етапі сушіння видаляємо механічно зв'язану вологу з продукту, яка має невисокий зв'язок з продуктом, тобто волога макро- і мікрокапілярів а також волога змочування.

Основним параметром, що впливає на інтенсивність видалення вологи в цей період - швидкість теплоносія. З цієї причини найбільш раціонально в початковий момент сушіння застосовувати теплоносій з високою швидкістю  $v = 1,5$  м/с, і потужністю  $W = 600$  Вт, і час рекомендований для плодів: протягом 3 хв.

У міру віддалення мікро- і макрокапілярної вологи на другому етапі сушіння, швидкість теплоносія, як головний параметр інтенсивності процесу, втрачає своє значення.

При подальшій обробці продукту видаляється осмотична, полі- і моно адсорбційна волога, на інтенсивність видалення якої дуже впливає температура теплоносія, так як тільки вона визначає інтенсивність внутрішнього волого переносу. Тому на другому етапі сушку плодів краще вести при нижчій швидкості  $v = 0,9$  м/с, і потужністю  $W = 600$  Вт, протягом 15 хв.

На третьому етапі сушку плодів необхідно проводити при найменшій швидкості  $v = 0,3$  м/с, і потужністю  $W = 800$  Вт, протягом 40 хв.

Таблиця 1

### Комбіновані режими сушіння фруктів

Вид сировини	Етапи сушки		
	I	II	III
Фрукти	W = 600 Вт, v = 1,5 м/с, τ = 3 хв.	W = 600 Вт, v = 0,9 м/с, τ = 15 хв.	W = 800 Вт, v = 0,3 м/с, τ = 40 хв.

В результаті дослідження кінетичних залежностей процесу сушіння фруктів при стаціонарних режимах розроблені комбіновані режими сушіння, які наведені в таблиці 1.

Встановлено, що розроблені комбіновані режими сушіння плодів фруктів (рис. 2), є енергетично вигідними і дозволяють отримувати готовий продукт високої якості.

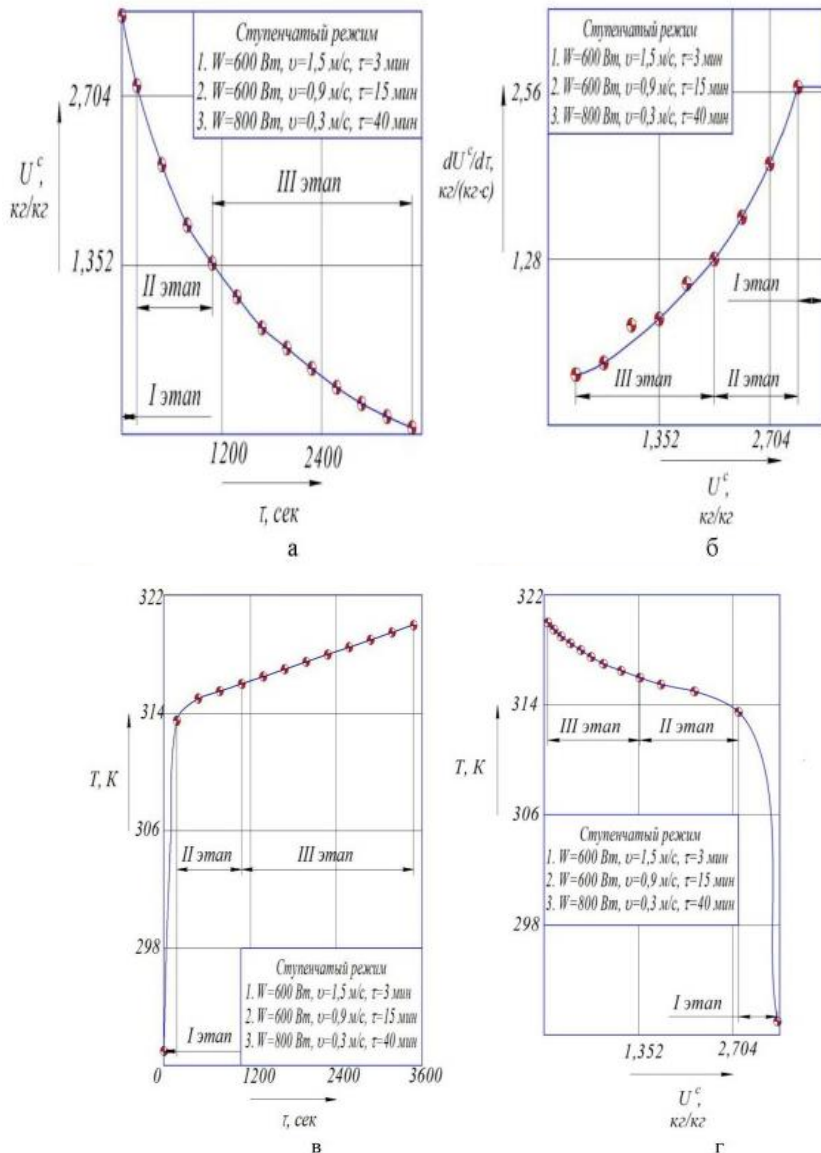


Рис. 2 Кінетичні залежності комбінованого режиму процесу сушіння цукатів: а - крива сушіння, б - крива швидкості сушки, в - термограма, г - температурна крива

**Висновки.** Одними з найкращих способів сушіння фруктів за всіма якісними показниками і енергетичним витратам є дані способи з обґрунтуванням вибору режиму і кожного певного параметра. Рекомендовані ступінчасті режими сушки дозволяють отримати рівномірно висушені цукати з фруктів і прискорити швидкість процесу випаровування вологи з верхніх шарів. При цьому прогрів фруктів відбувається повільніше, ніж з них видаляється волога, що виключає перегрів, підгоряння продукту і дозволяє отримувати готовий продукт гарної якості.

**Список використаних джерел:**

1. Бендера І.М. Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв.

- Лабораторний практикум для студентів інженерних спеціальностей [Текст] / Бендера І.М., Стрельчук О.Я., Семенов О.М. – Кам'янець – Подільський: ФОП Сисин О.В., 2007 – 204с.
2. Берник П. С. та ін. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва [Текст] / навч. посіб. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. – С. 146.
  3. Дослідження кінетики інфрачервоного сушіння яблучних вичавок / [Т. Є. Веселовська, І. Ф. Малежик, Ю. П. Луцик та ін.] // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. – Вип. 28. – С. 79–81.
  4. Підлісний В. В., Семенов О. М., Ткач О. В., Курпаска С. Обґрунтування особливостей перебігу біохімічних процесів при замочуванні солоду [Текст] // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Кам'янець-Подільський, 2018. - Вип.. 28. – С. 175-182.
  5. Підлісний В.В., Метельницький В.Л. Обґрунтування та дослідження СВЧ-конвективного сушіння фруктів [Текст] / Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих науковців «Перші наукові кроки–2019» : зб. наук. праць / за заг. ред. Ю.І. Панцира, Т.Л. Білик, О.М. Семенова. – Кам'янець-Подільський, 2019. – 382 с.