

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ МОРКВЯНИХ ВИЧАВОК ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Малежик І.Ф. д-р техн. наук, професор,  
Левківська Т.М. аспірант  
Національний університет харчових технологій, м.Київ  
Безусов А.Т. д-р техн. наук, професор  
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

*Було проведено дослідження сушіння морквяних вичавок при інфрачервоному енергопідведенні. В якості зразків було використано морквяні вичавки попередньо необроблені, морквяні вичавки з сировини, що пройшла попередню теплову обробку – бланшування водою протягом 10 хвилин при 80-83°C та бланшування гострою парою протягом 3-5 хвилин. Серіями проведених дослідів були складені криві кінетики сушіння вичавок.*

*The study of the drying baggess of carrott was organized under infrared radiation. As sample was used baggess of carrott beforehand untitled, baggess of carrot from cheese, which passed previous heat processing - blanching of water on length 10 minutes under 80-83 C and blanching sharp ferry on length 3-5 minutes. The Series called on experience were formed curves of the kinetics of the drying baggess of carrot.*

Ключові слова: сушіння, інфрачервоне випромінювання, кінетика, морквяні вичавки.

В останні роки в харчовій промисловості широко застосовуються плодоовочеві порошки для різного призначення: приготування напоїв, пюре, як добавки у хлібобулочні вироби, як наповнювачі кондитерських та кисломолочних виробів.

На сьогодні основною задачею овочесушильної промисловості є створення ефективних способів сушіння овочів та харчових продуктів із вмістом сухих речовин від 5% до 15%. Розробляються нові способи сушіння, направлені на максимальне збереження харчової та біологічної цінності. Відомо багато видів сушіння, але застосування в цьому плані терморадіаційного нагріву для процесу сушіння харчових продуктів представляє особливий інтерес [1, 3]. Це пояснюється значною інтенсифікацією процесів в результаті збільшення густини теплового потоку на поверхні матеріалу та властивості короткохвильового інфрачервоного випромінювання проникати на деяку глибину в матеріал. Перевагою терморадіаційного підведення тепла серед інших високо інтенсивних методів полягає у тому, що практично вся променева енергія досягає поверхні матеріалу, оскільки не має поглинання ІЧ випромінювання повітрям в сушильній камері і відсутній термічний опір в пограничному шарі зразка. Видалення вологи відбувається при низькій температурі, що дозволяє практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, природній колір та аромат. При цьому активно знешкоджується шкідлива мікрофлора в продукті, завдяки чому він може зберігатись тривалий час без погіршення якості [2]. Однак запровадження цього методу в різних галузях харчової промисловості відбувається досить повільно. В даний час накопичено та узагальнено великий досвід наукових досліджень по фізичним основам ІЧ опромінення, визначенню оптичних і терморадіаційних характеристик на спеціальних установках, практичному застосуванню ІЧ методів опромінення в харчовій промисловості.

Перед нами була поставлена задача дослідити можливість застосування ІЧ енергопідведення для сушіння відходів консервного виробництва, а саме морквяних вичавок після вилучення соку, з метою застосування цього методу на підприємствах харчової промисловості.

Мета дослідження – експериментальне висушування вичавок за допомогою ІЧ променів та розроблення оптимального режиму сушіння.

В якості зразків при дослідженні було використано морквяні вичавки попередньо необроблені, морквяні вичавки з сировини, що пройшла попередню теплову обробку – бланшування водою протягом 10 хвилин при 80-83°C та бланшування гострою парою протягом 3-5 хвилин.

Для сушіння морквяних вичавок доцільно ІЧ опромінення використовувати в інтервалі 2,5-5,0 мкм. Тому з промислових ІЧ генераторів для роботи в даних межах спектру найбільш підходять «темні» ІЧ випромінювачі, максимум випромінювання яких припадає на довжини хвиль  $\lambda_{\max} = 3,0-4,0$  мкм.

В наших дослідах сушіння відбувалось за допомогою чотирьох «темних» ІЧ генераторів типу ТЕН-38А13/060220 в умовах симетричного двостороннього підведення теплоти до дослідного зразка при початковій величині опроміненості (сумарної з обох сторін) 3200 Вт/м<sup>2</sup>. Зразок розміщався на металевій сітці на відстані 16см як від верхніх, так і від нижніх ТЕНів.

Серіями дослідів встановлено, що тривалість сушіння суттєво залежить від товщини шару, початкової вологості зразка та величини його опроміненості. Товщина шару під час сушіння складала 0,8 – 1 см, а кінцева вологість продукту 8-9%.

Під час експерименту змінювали напругу, яка подавалась на верхні та нижні ТЕНи. Тим самим зменшували величину опроміненості та температуру сушіння. Зміну напруги під час сушіння небланшованих вичавок здійснювали від 220 до 100 В на нижніх ТЕНах і до 90 В – на верхніх.

За таких умов тривалість процесу сушіння морквяних вичавок без попередньої обробки складала 115 хв, а вичавок, попередньо бланшованих водою та парою, – 90 хв. Температуру по шарам продукту (верхньому, середньому та нижньому) вимірювали за допомогою мідь-константанових термопар. При цьому температура продукту під час сушіння не перевищувала 70-80 °С.

Результати досліджень кінетики сушіння вичавок не бланшованих і бланшованих водою та парою представлені на *рис.1,2,3* у вигляді кривих сушіння та кривих швидкості сушіння.

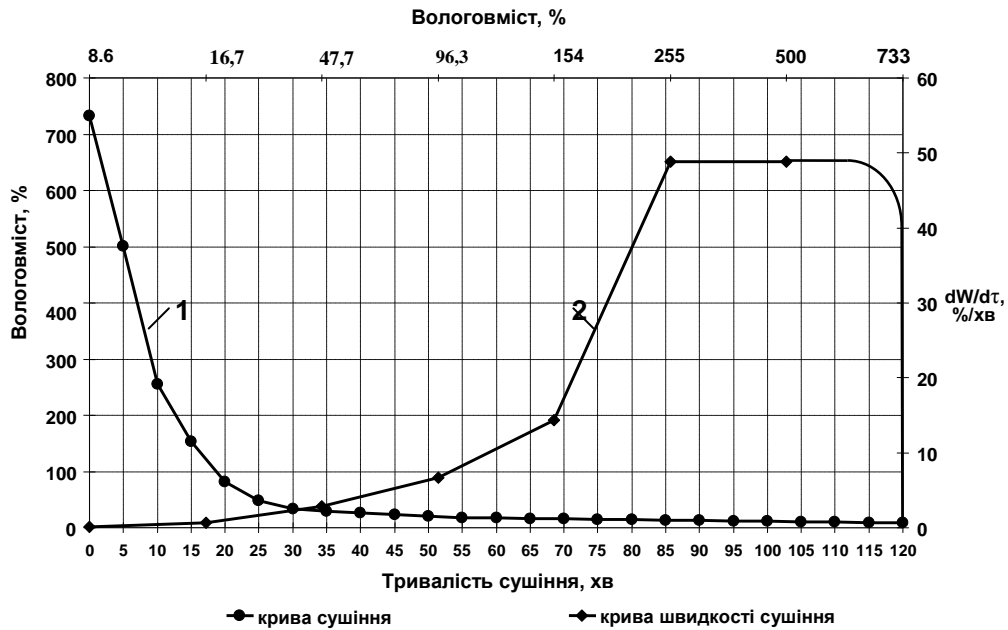


Рис.1. Криві кінетики сушіння небланшованих морквяних вичавок.

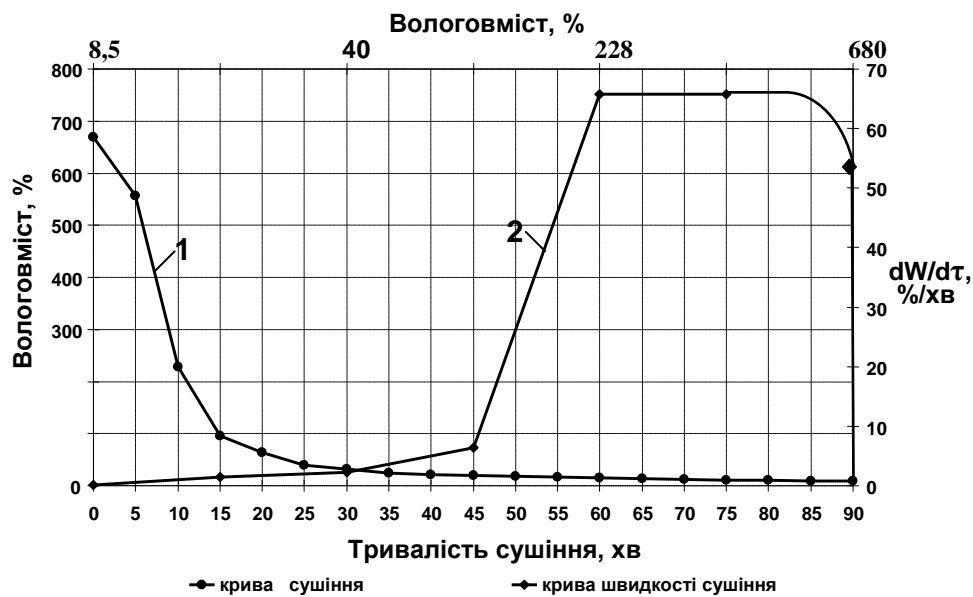
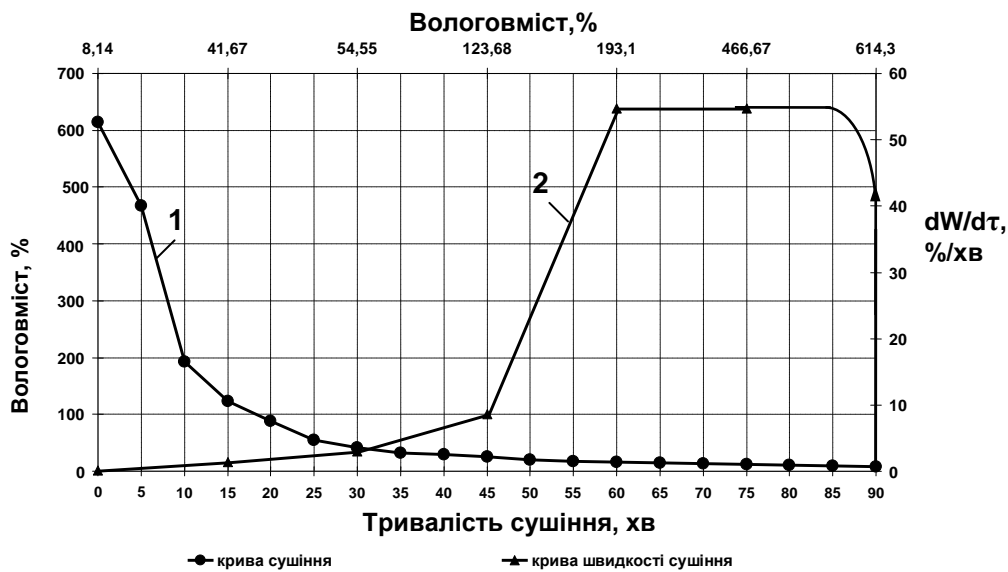


Рис.2. Криві кінетики сушіння морквяних вичавок, бланшованих водою



**Рис.3. Криві кінетики сушіння морквяних вичавок, бланшованих парою**

Як видно з *рис.1,2,3* (крива 2) процес сушіння протікає у кілька етапів: протягом перших 5 хвилин відбувається прогрівання зразка, потім відбувається інтенсивне випаровування вільної вологи з його поверхонь при максимальній швидкості сушіння  $dW/dt = 48,9\%/хв$  (рис.1),  $dW/dt = 65,7\%/хв$  (рис.2),  $dW/dt = 54,7\%/хв$ . (рис 3), яка залишається сталою до вологовмісту відповідно 255%, 228%,193%. Потім крива 2 плавно спадає, що пояснюється видаленням зв'язаної вологи із глибини товщі зразка. Після цього, досягнувши вологовмісту 47,7%, 40%, 54,55% відповідно, швидкість зменшується дуже повільно. Вважаємо, що це пов'язано з інтенсивним нагріванням зразка за рахунок передачі теплоти теплопровідністю матеріалу.

З наведених кривих можна зробити висновок, що процес сушіння у всіх трьох дослідях проходить подібно і адекватно [1]. Температура продукту всіх зразків під час сушіння не перевищувала  $85^{\circ}C$  при зміні напруги від 220 до 90 В, що дає змогу зберегти  $\beta$ -каротин та інактивувати пероксидазу-фермент, який окислює каротин.

Якщо ж порівнювати тривалість сушіння, то попередня теплова обробка сировини дає змогу скоротити тривалість сушіння на 25 %. Також бланшування позитивно впливає на збереження біологічно активних речовин під час сушіння.

#### **Висновки.**

В результаті проведених досліджень були визначені параметри процесу сушіння відходів консервного виробництва-морквяних вичавок. Знайдено залежність швидкості сушіння від попередньої теплової обробки сировини.

#### **Література**

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528с.
2. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов..М.: Пищевая промышленность, 1973. – 584с.
3. Кац З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и плодов. - М.: Пищевая промышленность, 1976, с. 32-162.