

УДК 631.365.22

© С.Г. Панасюк, к.т.н., О.В.Лисик
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ СИРОВИНИ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ

У статті приведено результати дослідження впливу попередньої обробки плодів яблук та температури сушильного агента на тривалість та інтенсивність процесу сушіння.

СУШІННЯ, СУШИЛЬНИЙ АГЕНТ, ТЕМПЕРАТУРА, КРИВА СУШІННЯ, ШВИДКІСТЬ СУШІННЯ.

Постановка проблеми. Проблема зберігання продукції у міжсезоння з мінімальними втратами її корисних властивостей є особливо важливим завданням у процесі виробництва харчових продуктів.

Переважна більшість рослинних продуктів у свіжому вигляді містить в собі 80–90% води. Така висока вологість та особливості біохімічного складу фруктів, овочів та зелені обмежують термін зберігання цих продуктів до декількох годин чи діб. Оскільки список сільськогосподарських культур, що вимагають якнайдовшого їх зберігання з максимальним збереженням їх поживної цінності постійно збільшується, то варто сказати, що одним із важливих завдань науки та переробної промисловості є розробка і впровадження технологій консервування для тривалого зберігання поживної цінності та корисних властивостей фруктів та овочів.

У вирішенні цього завдання важливу роль необхідно відвести такому методу консервування продукції як сушіння. Сутність такого виду консервування полягає в тому, що з фруктів та овочів випаровується велика кількість вологи, за рахунок чого підвищується концентрація розчинних сухих речовин, в тому числі консервантів – цукрів і органічних кислот. Внаслідок високої концентрації цих та інших речовин, зменшення вмісту вологи, біохімічні процеси майже повністю припиняються. При сушінні значно зменшуються маса і об'єм продуктів, що впливає на транспортні витрати, потреби в тарі і складських приміщеннях. Сушені овочі і фрукти при оптимальних умовах добре зберігаються і вимагають менше площі для зберігання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню проблем сушіння матеріалів присвячено багато наукових праць. Проте ряд питань із дослідження процесу видалення вологи з плодоовочевої сировини залишається невивченим.

Мета дослідження полягала у вивченні ефекту попередньої обробки плодів яблук та впливу температури сушильного агента на тривалість процесу сушіння.

Результати дослідження. На сьогодні існує велика різноманітність способів сушіння харчових матеріалів, що обумовлено методами передачі теплоти, особливостями матеріалів, що піддаються сушінню, видом зв'язку вологи з матеріалу.

Сушіння є складним дифузійним процесом, у якому взаємопов'язані масоперенесення та теплоперенесення. На цей процес впливає ряд факторів, до основних з яких можна віднести температуру сушильного агента, швидкість повітряного потоку, відносну вологість повітря, тиск, ступінь подрібнення матеріалу, товщину шару.

Температура сушильного агента є одним з основних факторів, від якого залежить швидкість протікання та тривалість процесу, а також якість сухофруктів. Максимально допустима температура сушіння залежить від виду матеріалу та способу сушіння. Найоптимальнішою вважається невисока температура 40...60 °С, що дозволяє практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, природний колір і аромат продукту, а також зменшити енерговитрати. Варто зазначити, що занадто підвищена температура теплоносія може призвести до нерівномірної зовнішньої та внутрішньої дифузії вологи, до пересушування і перегрівання зовнішніх зон продукту і утворення шкірочки та тріщин, а також до небажаних змін в хімічному складі сушеної продукції.

Якщо температура сушильного агента становить 80 °С і вище, то біохімічні процеси у плодоовочевій сировині протікають дуже інтенсивно, а тому при сушінні разом з парами води видаляються леткі речовини: альдегіди, спирти, складні ефіри та інші речовини, які забезпечують аромат та смакові якості продукту.

Також важливу роль для процесу сушіння відіграють підготовчі операції. Їх суть полягає в тому, щоб в результаті сушіння отримати готовий продукт, який придатний для споживання і задовольняє відповідні вимоги діючих стандартів. Чим вища якість сировини, тим вища якість сушеного продукту.

Підготовчий етап сировини для сушіння зазвичай складається з операцій миття, інспекції по якості, калібрування, очищення, різання, а також бланшування і сульфитація.

Важлива операція підготовки сировини до сушіння – бланшування. Бланшування при температурі 95–100°C викликає денатурацію білків, гідроліз протопектину, що призводить до втрати тургору клітин. Завдяки цьому зберігається природне забарвлення

(м'якоть не темніє), аромат і смак, підвищується відновлюваність сушеного продукту, а також зменшують втрати вітамінів. Бланшування здійснюється до або після подрібнення. В останньому випадку втрати водорозчинних речовин значно вищі.

При бланшуванні змінюється конфігурація білкових молекул, відбувається їх денатурація. Це призводить до усадки і ущільнення рослинних тканин, до зменшення їх гідрофільності. Цим створюються кращі умови для сушіння. Бланшовані частинки овочів втрачають крихкість, набувають еластичність і пружність.

Однією з важливих заключних операцій підготовчого етапу сировини до сушіння вважається сульфитація, яка застосовується для попередження потемніння сировини. При сульфитації порушується проникність клітинних оболонок. У продуктах, що піддаються сульфитації краще зберігаються колір та вміст аскорбінової кислоти, каротину та ферментів мікрофлори, але значно руйнуються вітамін В₁ та тіамін.

З метою визначення оптимальних режимів сушіння плодів яблук було досліджено вплив температури сушильного агента та попередньої обробки на тривалість процесу сушіння. Дослідження проводились з використанням сушильної установки конвективного типу. Результати експериментальних досліджень сушіння пластинок яблук товщиною 5 мм при різних температурах сушильного агента у зоні контакту з матеріалом зображені на рис. 1.

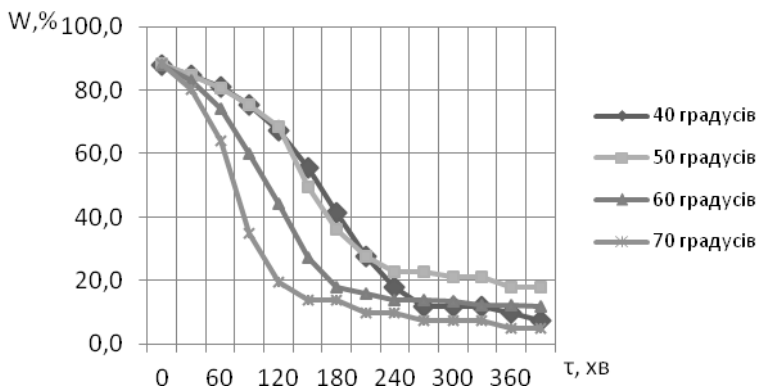


Рис. 1 – Криві сушіння на першій касеті залежно від температури сушильного агента

Інтенсивність конвективного сушіння визначається із співвідношення [4]:

$$\alpha(t_c - t_n) = rj_n + c\rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau}, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт теплообміну; r – питома теплота пароутворення води; t_c , t_n – відповідно температури сушильного агента та поверхневого шару пластинок яблук; j_n – інтенсивність видалення вологи з поверхневих шарів; c – питома теплоємність води; R_v – площа поверхні теплообміну; ρ_0 – густина матеріалу.

Звідси інтенсивність сушіння визначиться за формулою:

$$j_n = \frac{1}{r} \left[\alpha(t_c - t_n) - c\rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau} \right]. \quad (2)$$

Інтенсивність сушіння буде зростати із зростанням коефіцієнта теплообміну α та різниці температур $(t_c - t_n)$. Очевидно, що температура поверхневих шарів пластинок яблук буде зростати з самого початку процесу сушіння і незабаром прийме постійне значення рівне температурі мокрого термометра t_m . Ця температура буде залишатися постійною у період сталої швидкості сушіння до першої критичної точки $W_{кр}$, яка з кривих сушіння для пластинок яблук, представлених на рис.1, буде рівною 37–40 %. Через випаровування вологи всередині пластинок яблук на початку сушіння буде виникати різниця температур поверхневого та внутрішнього шарів. Період постійної швидкості сушіння характеризується відсутністю градієнта температури, але після першої критичної точки температура внутрішнього шару пластинки яблука зростатиме, і знову виникне різниця температур поверхневого та внутрішнього шарів. При досягненні матеріалом рівноважної вологості температура у всіх точках пластинки яблука стане однаковою і дорівнюватиме температурі сушильного агента.

При створенні змінного режиму сушіння із подачею сушильного агента різної температури та з різною швидкістю буде відбуватися зростання інтенсивності сушіння.

Ефект попередньої обробки пластинок яблук перед сушінням вивчався у порівнянні тривалості їх сушіння із тривалістю сушіння пластинок яблук без обробки при температурі сушильного агента $t_c = 60^{\circ}C$. Проводилась попередня обробка сировини, а саме: бланшування парою протягом 30 с, проморожування тривалістю 2 хвилини, витримання в 20-% цукровому сиропі. За отриманими результатами побудовано криві сушіння, зображені на рис. 2. Як показав аналіз кривих, попередня обробка має відносно невеликий

вплив на тривалість процесу, проте дозволяє отримати продукт з відмінними смаковими якостями та гарним товарним виглядом.

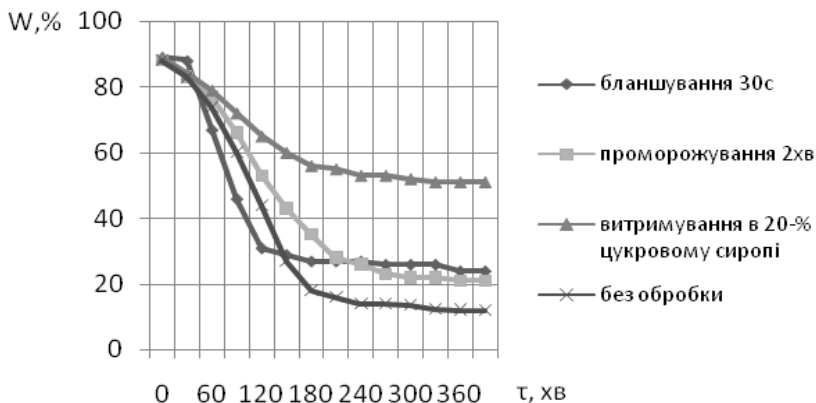


Рис. 2 – Криві сушіння яблук після попередньої обробки

Висновок. Отже, можна підсумувати, що на сьогодні особливо актуальним є дослідження впливу на процес сушіння основних факторів для різноманітних видів сировини, а також методів попередньої обробки сировини, що сприятиме інтенсифікації сушіння та вибору найоптимальніших комбінацій поєднання способів сушіння фруктів та овочів, з метою отримання якісної кінцевої продукції з мінімальними витратами та втратами.

Література

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность. –1979. – 528 с.
2. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів. – Луцьк: РВВ ЛДТУ. – 2
3. Кришер О. Научные основы техники сушки. – М.: Энергия, 1968. - 471 с.
4. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 471 с.

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух