

УДК 537.226.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ КОМБІНОВАНОГО СУШІННЯ

Сіренко В.Ф., к.т.н., Савойський О.Ю.
(Сумський національний аграрний університет)

В якісних раціонах харчування у розвинених країнах світу надають перевагу натуральній продукції із достатнім вмістом поживних речовин: вітамінів, мінералів, харчових волокон та ін. Значну частину цього набору продуктів складають висушені фрукти та овочі. Одним із стримуючих факторів розширення виробництва та споживання сухофруктів в нашій державі є висока вартість сушильного обладнання та енергоресурсів. Пошук і розробка ефективних та енергоощадних способів сушіння є актуальною технічною задачею для переробної галузі.

Існуючі способи та пристрої для виробництва сушених овочів і фруктів мають ряд серйозних недоліків, основними з яких є висока тривалість та енергоємність процесу зневоднення. Підвищити ефективність використання енергії можна у випадку прямого нагріву при пропусканні змінного електричного струму безпосередньо через вологе середовище. Зазначені передумови стали основою для використання прямого електронагріву для інтенсифікації процесу видалення вологи при виробництві сушених фруктів і овочів [1-3].

Кількість підведеної теплової енергії при прямому електронагріві, насамперед, визначається величиною питомого електричного опору сировини.

При нагріванні біологічних об'єктів в процесі сушіння шляхом пропускання через них змінного електричного струму, одночасно з підвищенням їх температури відбувається явище електроплазмолізу, що призводить до подразнення оболонки клітин та швидкого вивільнення клітинної вологи (соку). Цей процес може тривати від часток секунд до декількох десятків хвилин, в залежності від прикладеної напруги на електродах. На відміну від початкового стану фруктів після такої обробки об'єкт сушіння наближається до моделі капілярно-пористого тіла із нерозчинним каркасом насиченим електропровідним соком. В результаті збільшення кількості вільної вологи в зразку відбувається різке зменшення його питомого електричного опору. Проведені нами попередні експерименти показують, що значення питомого опору після закінчення електроплазмолізу приблизно в 10 разів менші від початкових. При цих мінімальних значеннях починається основний процес видалення вологи з матеріалу.

Проведені дослідження вказують, що на електричну провідність фруктових соків впливають концентрація сухих розчинних речовин (вітаміни, мінерали, цукри і т.д) та температура, що під час сушіння змінюються в часі.

Для проведення вимірювань були підготовлені нарізані зразки яблук циліндричної форми, висотою 5 мм та діаметром 28 мм із однаковою масою 2,8

г. Надалі, ці зразки проходили стадію електроплазмолізу шляхом пропускання через них змінного електричного струму частотою 50 Гц напругою 25 В, прикладеною до двох сітчастих електродів із нержавіючої сталі до торцевих частин зразка, на протязі 5 с. Тривалість електроплазмолізу визначали виходячи за методикою описаною в [4]. Підготовлені таким чином зразки поміщались до сушильної шафи, в якій підтримувалась постійна температура в діапазоні 25-75 °С. Через однакові проміжки часу (30 хв) визначали масу зразків, їх електричний опір та температуру. При досягненні постійної маси зразка вимірювали його товщину і діаметр для визначення коефіцієнта усадки.

Результати теоретичних розрахунків та експериментальних вимірювань показують, що при незмінній концентрації розчинних речовин в процесі вологовидалення спостерігається трьохкратне зниження питомого електричного опору яблучної сировини при верхніх значеннях температур із робочого діапазону. В той же час вплив зростаючої концентрації розчинних компонентів при сталій температурі зразків на величину питомого опору мінімальний. Якщо на початку висушування питомий електричний опір знаходиться в межах 3-7 Ом·м, то при кінцевій вологості, достатній для застосування електронагріву, він зростає до 7-14 Ом·м. Ці величини опорів дають можливість використовувати в процесах сушіння режими нагріву при невисоких градієнтах напруги.

При досягненні критичного вологовмісту сировини спостерігається значне розходження між експериментальними і теоретичними значеннями, що пояснюється підсиханням поверхні зразка, яке тягне за собою погіршення електричного контакту з електродами та призводить до збільшення вимірних значень опорів. Використання прямого електричного нагріву на даному етапі є неможливим.

Отримані результати досліджень дають необхідні дані для розробки енергозберігаючого технологічного процесу сушіння фруктів із дотриманням показників якості.

Список літератури:

1. Яковлев В. Ф. Взаємний вплив електричного та акустичного нагрівання біологічних продуктів у технологічному процесі сушіння, Вісник Сумського національного аграрного університету, серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів" – 2017. - Випуск 10 (32).- С. 131-134

2. Яковлев В. Ф. Використання прямого електричного нагріву в технологічному процесі комбінованого сушіння фруктів, Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2018. – №195. – С. 91–96.

3. Пат. 127324 Україна, МПК (2018.01) F26B 7/00, F26B 5/0.2 (2006.01). Спосіб комбінованого сушіння біологічних об'єктів / В.Ф. Яковлев, О.Ю. Савойський, В.Ф. Сіренко. - № u 2018 02036; заявл. 27.02.2018; опубл. 25.07.2018, Бюл. №14. – 4 с.

4. 18. Молчанов Г.И. Интенсивная обработка лекарственного сырья – М.: Медицина, 1981. — 208 с.