

УДК 664.854:621.365.3

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ СУШІННЯ

Савойський О. Ю.

e-mail: o.savoisky@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

Актуальність та постановка проблеми. Одним із найпоширеніших методів переробки плодоовочевої сировини для довготривалого зберігання є сушіння. Насьогодні існує велика кількість методів зневоднення, однак жоден з них не задовольняє поставленим вимогам з точки витрати енергії та зберігання встановленої якості вихідної продукції. Тому дослідження направлені на вирішення питань енергозбереження та інтенсифікації процесу сушіння плодоовочевої сировини є актуальними.

Основні матеріали дослідження. З метою інтенсифікації процесу та зниження витрат енергії на його здійснення нами запропонований спосіб комбінованого сушіння, що передбачає використання прямого електричного нагріву в процесі конвективного зневоднення сировини [1].

При нагріванні біологічних об'єктів змінним електричним струмом, одночасно з підвищенням їх температури відбувається явище електроплазмолізу [2]. Електроплазмоліз – спосіб незворотного руйнування цитоплазматичних оболонок клітин електричним струмом, що призводить до швидкого вивільнення клітинної вологи (соку). Даний ефект широко використовується в технологічних процесах виготовлення концентрованих соків, консервування харчових продуктів та як метод попередньої обробки сировини перед сушінням.

Явище електроплазмолізу, попри широке його застосування, досить складне та мало досліджене. Проведені дослідження [2–5] показали, що на тривалість процесу електроплазмолізу в значній мірі залежить від напруженості електричного поля при обробці сировини.

В роботі [2] запропоновано вираз для визначення часу електроплазмолізу плодово-ягідної сировини. Однак, даний вираз справедливий для швидкопротікаючого процесу електроплазмолізу при градієнтах напруги вище 1000 В/см. Виходячи із необхідності отримання готової висушеної яблучної продукції належної якості, нами запропонована технологія сушіння з використанням низькоградієнтного електроплазмолізу – до 40 В/см. Крім того, проведені попередні експерименти показують, що крім вищезгаданих параметрів на тривалість даного явища також впливає температура повітря в сушильній шафі [6].

Нами проведено дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. Досліди проводилися на експериментальній установці та за методикою, які наведені в роботі [7].

В табл. 1 наведено результати експериментальних досліджень залежності тривалості електроплазмолізу (ϕ_{en} с) від температури повітря в сушильній шафі ($t_{нов}$, °C) та відповідній напруженості поля (E , В/см) при прямому електронагріві.

Аналіз отриманих даних (табл. 1) показує, при збільшенні напруженості з 20 до 40 В/см тривалість електроплазмолізу зменшується на 25-30%. Водночас підвищення температури повітря в сушильній шафі з 25 до 55°C скорочує час електроплазмолізу на 6-17% при відповідних градієнтах напруги на електродах.

Таблиця 1. Тривалість електроплазмолізу при температурі повітря в сушильній шафі 25-55°C та напруженості електричного поля 20-40 В/см

| $t_{нов}$, °C \ E , В/см | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|-----------------------------|-------|------|------|-----|-----|
| 25 | 10550 | 3450 | 1550 | 760 | 480 |
| 40 | 4700 | 2250 | 1200 | 670 | 445 |
| 55 | 2350 | 1360 | 930 | 619 | 407 |

Математична залежність тривалості часу електроплазмолізу яблук від температури повітря в шафі та напруженості електричного поля визначена методом лінеаризації функції має вигляд:

$$\lg \tau_{en} = 0,2412e^{-0,119E} t_{nos} + 43,884E^{-0,754} \quad (1)$$

Отримана залежність (1) справедлива у досліджених діапазонах температури сушильного агенту та напруженості електричного поля, а саме $25^{\circ}\text{C} < t_{nos} < 55^{\circ}\text{C}$ та $20\text{В/см} < E < 40\text{В/см}$ відповідно. Коефіцієнт достовірності апроксимації у всіх випадках лежить в діапазоні 0,975–0,998, що є досить прийнятним та характеризує згладжування, як достовірне.

Висновки. Отримана залежність (1) для визначення тривалості електроплазмолізу може стати складовою частиною повного математичного опису комбінованого процесу сушіння яблук, що дає можливість визначати технологічні та енергетичні показники роботи сушильного апарату.

Список використаних джерел

1. Спосіб комбінованого сушіння біологічних об'єктів: пат. 127324 Україна: МПК (2006): F26B 7/00, F26B 5/02 (2006.01). № u201802036 / В. Ф. Яковлев, О. Ю. Савойський, В. Ф. Сіренко. заявл. 27.02.2018; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14.
2. Флауменбаум Б. Л., Танчев С. С., Гришин М. А. Основы консервирования пищевых продуктов. Москва: Агропромиздат, 1986. 494 с.
3. Жилкин В. М., Грибков А. Н., Муромцев Ю. Л. Оценка результативности процесса подготовки растительных материалов к обезвоживанию. *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. 2009. Вып. 15 (2). С. 410–415.
4. Джаруллаев Д. С., Мустафаева К. К. Способ увеличения выхода сока из облепихи. *Известия вузов*. 2008. № 3. С. 28–29.
5. Михайлова Т. Н. Эффективность электрообработки яблочной стружки для интенсификации прессования для получения сока. *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2003. № 1. С. 289–291.
7. Савойський О. Ю., Яковлев В. Ф., Сіренко В. Ф. Дослідження комбінованого процесу сушіння високовологої яблучної сировини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вып. 9, т. 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-33.
6. Савойський О. Ю. Дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2020. Вып. 20, т. 4. С. 247-257. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-247-257.