

УДК 664.854+621.365.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ НА ЕТАПІ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ В ПРОЦЕСІ КОМБІНОВАНОГО СУШІННЯ

Савойський О. Ю., інженер

o.savoiskyi@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

Актуальність та постановка проблеми. Поряд із розвитком технологій довготривалого зберігання яблук в свіжому вигляді традиційно використовується ефективний спосіб зберігання яблучної сировини в зневодненому стані. Заготівля сушених яблук в обмежених у часі умовах вимагає інтенсифікації технологічних процесів і розробки енергоощадного сушильного обладнання.

З метою інтенсифікації процесів зневоднення останнім часом все більше уваги приділяється об'ємним методам підводу тепла, серед яких прямий нагрів безпосереднім пропусканням електричного струму через висушуваний матеріал [1–2]. При нагріванні біологічних об'єктів змінним електричним струмом, одночасно з підвищенням їх температури відбувається явище електроплазмолізу. Механізм даного явища досить складний та до кінця не вивчений, тому дослідження направлені на визначення закономірностей електроплазмолізу є актуальними.

Основні матеріали дослідження. При пропусканні електричного струму через біологічний об'єкт рослинного походження сила його, в зв'язку з руйнуванням діелектричних мембран клітин, постійно зростає та при повному руйнуванні цитоплазматичних оболонок досягає максимального значення. При цьому відзначається значне зниження електричного опору рослинної сировини, що є критерієм оцінки та керування процесом електроплазмолізу.

Нами проведено дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. Досліди проводилися на експериментальній установці та за методикою, які наведені в роботі [3].

Для проведення опису математичної моделі запропонованого комбінованого способу сушіння з використанням прямого електронагріву необхідно знати залежність електричного опору оброблюваної сировини. Проведені нами дослідження в [4] показують, що опір змінюється протягом всього процесу сушіння та залежить від вологості та температури матеріалу.

Аналітично описати зміну електричного опору сировини на етапі електроплазмолізу практично неможливо, оскільки фрукти і овочі є живими об'єктами та по-різному реагують на пропускання через них електричного струму. Єдиним вирішенням даного питання є отримання емпіричних виразів на основі проведених експериментальних досліджень.

Отримані результати експериментальних досліджень процесу комбінованого сушіння показують [4], що залежності зміни опору фруктів в період електроплазмолізу можна описати рівняннями типу:

$$R = \frac{R_0}{\tau^n}, \quad (1)$$

де R – поточне значення електричного опору сировини в процесі сушіння, Ом;
 R_0 – початкове значення електричного опору сировини, Ом;
 τ – час, с.

Показник степені n характеризує швидкість зміни величини опору і залежить від

температури повітря в сушильній шафі та напруженості електричного поля при прямому електронагріві (рис. 1).

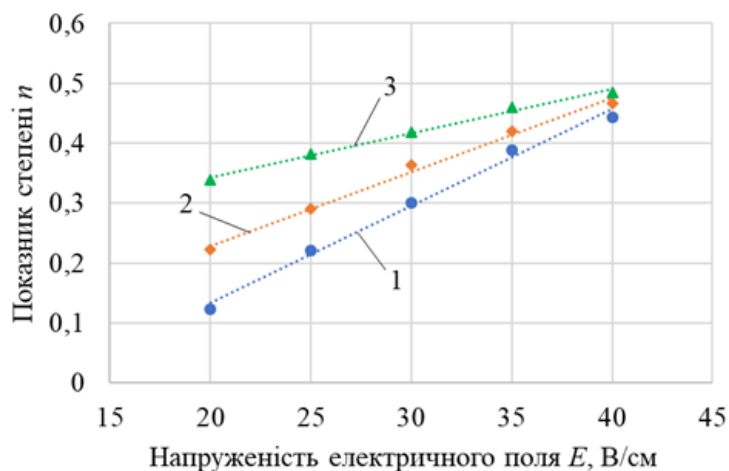


Рисунок 1 Залежності показника степені n від напруженості електричного поля при температурі повітря в сушильній шафі: 1 – 25⁰С; 2 – 40⁰С; 3 – 55⁰С.

За результатами експериментальних досліджень методами лінеаризації функції отримана для виразу (1) емпірична залежність показника степені n від напруженості електричного поля та температури повітря в сушильній шафі:

$$n = 0,511 + (0,0127 - 0,0003E) \cdot (t_{нов} - 82,2) \quad (2)$$

Отримані залежності (1) – (2) справедливі у досліджених діапазонах температури сушильного агенту та напруженості електричного поля, а саме 25⁰С < $t_{нов}$ < 55⁰С та 20В/см < E < 40В/см відповідно. Коефіцієнт достовірності апроксимації у всіх випадках лежить в діапазоні 0,975–0,998, що є досить прийнятним та характеризує згладжування, як достовірне.

Висновок. Отримані залежності (1) – (2) для визначення електричного опору сировини на етапі електроплазмолізу можуть 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. Influence of ohmic heating/osmotic dehydration treatments on polyphenoloxidase inactivation, physical properties and microbial stability of apples (cv. Granny Smith) / J. Moreno et al. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2013. Vol. 20. P. 198-207. DOI: [10.1016/j.ifset.2013.06.006](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.06.006).
2. Tuoxiu Z., Marybeth L. The effect of ohmic heating on vacuum drying rate of sweet potato tissue. *Bioresource Technology*. 2003. Vol. 87, № 3. P. 215-220. DOI: [10.1016/S0960-8524\(02\)00253-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00253-5).
3. Савойський О. Ю. Дослідження електроплазмолізу яблучної сировини в процесі комбінованого сушіння. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 247-257. DOI: [10.31388/2078-0877-2020-20-4-247-257](https://doi.org/10.31388/2078-0877-2020-20-4-247-257).
4. Савойський О. Ю., Яковлев В. Ф., Сіренко В. Ф. Дослідження комбінованого процесу сушіння високоволової яблучної сировини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вип. 9, т. 1. DOI: [10.31388/2220-8674-2019-1-33](https://doi.org/10.31388/2220-8674-2019-1-33).