การพัฒนามะม่วงอบแห้งด้วยการทำแห้งแบบออสโมซีสแบบดั้งเดิมและการลดความชื้น

พีรยา โชติถนอม*

บทคัดย่อ

การทำแห้งแบบออสโมติกเป็นกระบวนการกำจัดน้ำออกจากอาหารที่มีประสิทธิภาพ โดยการแช่อาหารในสารละลายไฮเพอร์ทอนิก เช่น สารละลายซูโครส กลูโคส ฟรุตโตส น้ำเชื่อมข้าวโพด และสารละลายเกลือ เป็นต้น วิธีการดังกล่าวนำไปใช้ในกระบวนการขั้นต้นก่อนการทำแห้งด้วยลมร้อน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของแรงขับจากความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายซูโครส ต่อการถ่ายโอนมวลของของมะม่วงสายพันธุ์ Kent และโชคอนันต์ ในระหว่างกระบวนการออสโมติก จากนั้นศึกษาดีซอร์พชั่นไอโซเทอร์ม และกราฟการทำแห้งของมะม่วงสดและมะม่วงที่ผ่านกระบวนการออสโมติก โดยการทำแห้งแบบดั้งเดิม (conventional drying) และแบบลดความชื้น (dehumidified drying) โดยใช้แบบจำลองดีซอร์พชั่นไอโซเทอร์ม ได้แก่ Modified-Henderson (1967) Modified-Halsey (1976) และ Modified-Oswin (1946) และแบบจำลองการทำแห้ง ได้แก่ Lewis (1921) Henderson and Perry (1976) Zero (2000) และ Modified-Page (1968)

พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายซูโครสทำให้การสูญเสียน้ำ (water loss) และการเพิ่มของตัวถูกละลาย (solute gain) สูงขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารละลายไม่พบการเพิ่มสูงสุดของตัวถูกละลาย การเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายซูโครสทำให้การสูญเสียน้ำสูงขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิจาก 45 องศาเซลเซียส เป็น 60 องศาเซลเซียส และแช่นาน 4 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้นของตัวถูกละลายอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p>0.05$) ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวล ($\otimes k$) และความเข้มข้นระหว่างหน้า ($x_{Ls,i}$) อัตราส่วนระหว่างการขนส่งแบบ bulk flow และแบบการแพร่ (diffusion) (ϕ_c) มีค่าต่ำกว่า 1 แสดงถึงการมีอัตราการทำแห้งต่ำ การเพิ่มอุณหภูมิทำให้มีการถ่ายโอนมวลแบบการแพร่สูงขึ้น แบบจำลอง Modified-Henderson และ Modified-Oswin ใช้อธิบายดีซอร์พชั่นไอโซเทอร์มของมะม่วงสดและมะม่วงที่ผ่านกระบวนการออสโมติกได้ดีตามลำดับ ทั้งในรูปแบบERH = f (EMC,T) และ EMC = f (ERH,T) แบบจำลอง Henderson and Perry ใช้อธิบายกราฟการทำแห้งได้ดี สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการทำแห้งและค่าคงที่การทำแห้ง (K) และสัมประสิทธิ์การแพร่ (D_{eff}) ด้วยการใช้สมการ Arrhenius ค่าพลังงานกระตุ้นของการทำแห้งอยู่ในช่วง 13.28-26.96 kJ mol^{-1} กระบวนการออสโมติกทำให้อัตราการทำแห้งและการแพร่ของความชื้นลดลง แต่มีผลช่วยลดระยะเวลาและอุณหภูมิในช่วงการทำแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งแบบลดความชื้นสามารถลดเวลาการทำแห้งของมะม่วงลงได้ ยกเว้นการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความสามารถในการทำนายการทำแห้งของแบบจำลอง Henderson and Perry สามารถพัฒนาโดยการเพิ่มค่าคงที่ n ที่ตัวแปรเวลา (t) จึงเรียกสมการใหม่ที่ได้ว่า Modified- Henderson and Perry กระบวนการออสโมติกสามารถช่วยพัฒนาคุณภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งได้

---

* ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร) คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 145 หน้า.

The Development of Dried Mangoes Using Osmotic Dehydration, Conventional Drying and Dehumidified Drying

Pheeraya Chottanom*

Abstract

Osmotic dehydration is an efficient process of moisture removal from food by immersing the food in hypertonic solution such as sucrose, glucose, fructose, corn syrup, salt, etc. It is a method used for attaining better quality fruit and used for a preliminary drying period, followed by hot air drying, vacuum drying or freeze drying. The driving force of sucrose solution concentration and soaking temperature on mass transfer during osmotic dehydration of Kent and Chockanant mangoes were investigated. Desorption isotherms of fresh and osmosed mangoes have been measured and fitted by the Modified-Henderson (1967), the Modified-Halsey (1976) and the Modified-Oswin (1946) models. The convectional and dehumidified drying curve were determined and fitted by the Lewis (1921), the Henderson and Perry (1976), Zero, (2000) and the Modified-Page (1968) models.

Increasing solution concentration explicitly increased water loss and solute gain, while the highest concentration did not show the highest performance of solute gain. Increasing temperature and solution concentration encouraged water loss. However, the increasing of solute gain was less important when the temperature increased from 45°C to 60°C for 1-4 hours contact time. The corrected mass transfer coefficient ($\overset{\otimes}{k}$) and concentration at the interface ($x_{Ls,i}$) depended on the mole fraction of solute in osmotic medium. The ratios of bulk flow to diffusion transport (ϕ_c) of mangoes were lower than 1, indicating the low rate of dehydration. The high temperature seemed to induce the diffusion transport which is considered from ϕ_c values. Desorption isotherms for fresh and osmosed mangoes were effectively fitted to the Modified-Henderson and the Modified-Oswin models respectively both $ERH = f(EMC,T)$ and $EMC = f(ERH,T)$ models. The Henderson and Perry model was the most effective model in describing mango drying. The drying constant, *K* and the effective diffusivity, D_{eff} were related to the drying air temperature using the Arrhenius equation. The activation energy of mangoes was in the range of 13.28-26.96 kJ mole^{-1}. Osmotic pretreatment caused the reduction of drying rate and moisture diffusion. However, it was associated with a reduction of drying time and drying temperature for mango drying process. The use of a dehumidified heat pump drier reduced the drying time of mango drying process, with the exception of fresh mangoes dried at 60°C. The fitting ability of the Henderson and Perry model could be improved by adding the exponent, *n* at the drying time. Therefore, the model was called The Modified-Henderson and Perry. The osmotic pretreatment could improve the color and texture of dried mango products.

---

* Doctor of Philosophy (Food Technology), Faculty of Technology, Khon Kaen University. 145 pages.