Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 49-51 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 49-51 (2550)

การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์

Mathematical modeling of mass transfer in osmotic dehydration of lychee cv. Chakrapud

นริศรา วิชิต[1] **และปภาวีร์ เสาร์เขียว**[1]
Narissara Wichit[1] and Paparvee Saokeaw[1]

Abstract

The study on osmotic dehydration of lychee cv. Chakrapud was carried out to remove the moisture in three syrup concentration levels (50 °Brix , 60 °Brix and 70 °Brix) at temperature 25 °C. A two-parameter mathematical model developed by Azuara et al. was used for describing the mass transfer in osmotic dehydration of lychee. The effect of time on mass transfer kinetics was investigated and the constants of two-parameter model and final equilibrium points for moisture loss as well as solid gain were found. The effect of solution concentration was also studied and it was found that equilibrium moisture loss and solid gain are related to solution concentration. The optimum conditions of osmotic dehydration for further drying were found to be 60 °Brix syrup concentration and 1-h of osmosis.

Keywords: Lychee , Osmotic dehydration , mathematical model

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซิสในลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารละลายน้ำตาล 3 ระดับความเข้มข้น (50 °Brix , 60 °Brix and 70 °Brix) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้สมการของ Azuara และคณะ เพื่อศึกษาตัวแปร 2 ตัวที่ใช้อธิบายการถ่ายเทมวลสารในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของลิ้นจี่ พบว่าการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในลิ้นจี่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ สภาวะที่เหมาะสมของการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมติกของลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์คือที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 60 °Brix และเวลา 1 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ลิ้นจี่ การลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซิส แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

คำนำ

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีการปลูกมากในภาคเหนือของประเทศไทย และยังมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพียงแค่น้ำลิ้นจี่และลิ้นจี่กระป๋องในน้ำเชื่อมเท่านั้น ส่วนการแปรรูปลิ้นจี่อบแห้งนั้นยังไม่นิยมทำในทางการค้า เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยวเกินไป ดังนั้นควรมีการปรับปรุงรสชาติด้วยกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นวิธีการที่ใช้ในการกำจัดน้ำออกจากเซลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทมวลสารระหว่างเซลล์วัตถุดิบกับสารละลายที่ใช้แช่วัตถุดิบ เป็นการลดความชื้นในเนื้อวัตถุดิบลงส่วนหนึ่งก่อนนำไปผ่านกระบวนการอบแห้ง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการถ่ายเทมวลสารในกระบวนการออสโมซิสดีไฮเดรชันของลิ้นจี่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์มาล้างทำความสะอาด คว้านเมล็ดและปอกเปลือก จากนั้นคัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำมาใส่บีกเกอร์ เติมสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50 60 และ 70 °Brix โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของลิ้นจี่ต่อสารละลาย 1:5 ที่อุณหภูมิ 25 °C ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทุกๆ 20 นาทีเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ผลและวิจารณ์ผล

ลิ้นจี่ที่ผ่านการแช่สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกันให้ค่าของปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของลิ้นจี่จะลดลงอย่างรวดเร็ว

[1] สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300
[1]Department of Agro-Industry Facuty of Agricultural Technology Chaing Mai Rajabhat University 50300

ในช่วง 20 นาทีแรกของการทดลอง จากนั้น จะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่งจะแปรผกผันกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Figure 1)

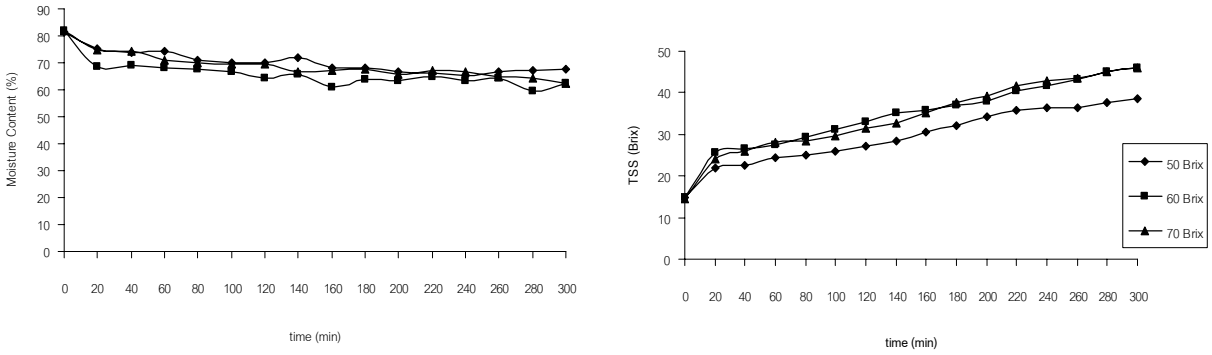

Figure 1 The change of moisture content and total soluble solid in osmotic dehydration of lychee

สมการสำหรับการทำนายกระบวนการถ่ายเทมวลสาร (Azuara et al., 1992) ในลิ้นจี่ได้แก่

$$ML_\theta = \frac{S_1\theta(ML_\infty)}{1+S_1\theta} = \frac{\theta(ML_\infty)}{\frac{1}{S_1}+\theta} \quad (1)$$

และ

$$SG_\theta = \frac{S_2\theta(SG_\infty)}{1+S_2\theta} = \frac{\theta(SG_\infty)}{\frac{1}{S_2}+\theta} \quad (2)$$

โดย ML_θ และ SG_θ เป็นปริมาณความชื้นที่ลดลงและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น ณ เวลานั้นๆ ML_∞ และ SG_∞ เป็นปริมาณความชื้นที่ลดลงและของแข็งที่เพิ่มขึ้นในสภาวะสมดุล θ เป็นเวลาที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันมีหน่วยเป็นนาที S_1 เป็นค่าคงที่ของอัตราการแพร่ของปริมาณน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ และ S_2 เป็นปริมาณของแข็งเข้าไปในผลิตภัณฑ์ หาค่าคงที่ S_1 และ S_2 โดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง θ/ML_θ กับ θ และ θ/SG_θ กับ θ (Figure 2,3) ค่าคงที่ S_1 และ S_2 ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rahman และ Lamb (1990) และ Sutar และ Gupta (2007) ค่าคงที่ที่ได้สามารถนำมาคำนวณเป็นสมการสำหรับทำนายกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ (Figure 4)

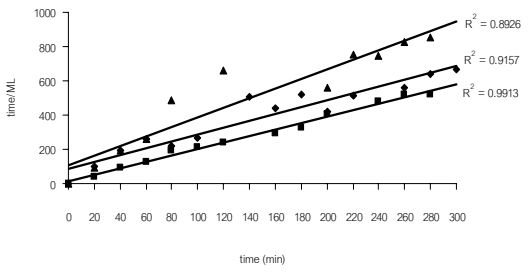

Figure 2 Linear plot of Azuara et al. model for determination of ML_∞ and S_1

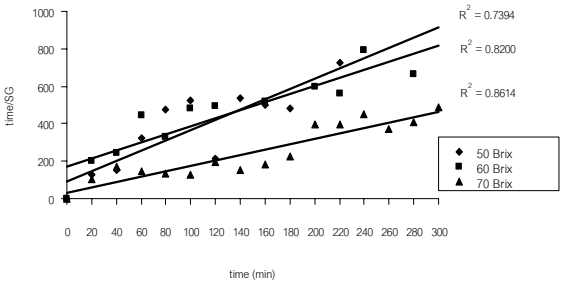

Figure 3 Linear plot of Azuara et al. model for determination of SG_∞ and S_2

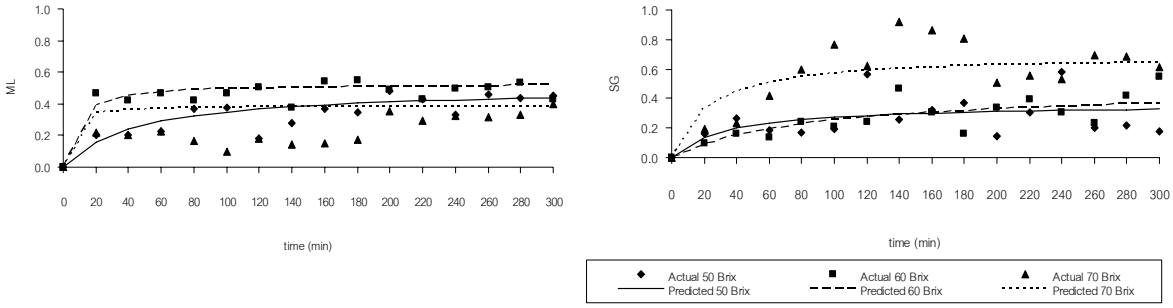

Figure 4 Effect of osmotic solution on moisture loss and solid gain

การแช่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 60 และ 70 °Brix มีปริมาณความชื้นที่ลดลงมากกว่าสารละลายความเข้มข้น 50 °Brix ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ก็ให้ผลในแบบเดียวกัน (Table 1) ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเข้มข้นของสารละลายที่ 60 °Brix เนื่องจากประหยัดกว่า และสามารถลดความชื้นได้ไม่แตกต่างกับ 70 °Brix

Table 1 Osmotic model constant for moisture loss and solid gain

Syrup concentration (°Brix)	ML_∞	S_1	SG_∞	S_2
50	0.501	0.023	0.365	0.030
60	0.487	0.277	0.466	0.012
70	0.388	0.200	0.693	0.047

สรุป

การลดลงของปริมาณความชื้น และการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่ละลายได้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล และสภาวะที่เหมาะสมของการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมติกของลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์คือที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 60 °Brix และเวลา 1 ชั่วโมง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Azuara, E., Cortes, R., Garcia, H.S. and Berstian, C.I. 1992. Kinetic model for osmotic dehydration and its relationship with Fick's second law. International Journal of Food Science and Technology, 27 : 239-242.

Rahman, M.S. and Lamb, J. 1990. Osmotic Dehydration of pineapple. Journal of Food Science and Technology, 27 : 150-152.

Sutar, P.P. and Gupta, D.K. 2007. Mathematical modeling of mass transfer in osmotic dehydration of onion slices. Journal of Food Engineering, 78(1) : 90-97.