Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 19-22 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 19-22 (2549)

การถ่ายเทมวลในสับปะรดออสโมซิส
Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Pineapple

พัสกร เจียตระกูล[1]
Passakorn Jiatrakul[1]

Abstract

Osmotic dehydration kinetics of pineapple was studied over a range of concentration (40- 60 °Brix) at temperature 25 °C of osmotic solution. Osmotic dehydration kinetics indicated that both water loss and solids gain increased with increase of syrup concentration. Equilibrium kinetics was modeled by defining equilibrium constants and solids gain followed the penetration theory of mass transfer. The colour and texture of osmotic dried pineapple indicated that the product was acceptable.

Key words: Pineapple , Osmotic dehydration , Mass transfer

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซิสในสับปะรดในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นอยู่ในช่วง 40-60 °Brix ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า การสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในสับปะรดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้และเป็นไปตามทฤษฎีของการถ่ายเทมวล ส่วนสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสแล้วนำไปอบแห้งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำสำคัญ : สับปะรด การลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซิส การถ่ายเทมวล

คำนำ

สับปะรดอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีปริมาณกรดอินทรีย์สูง ดังนั้นก่อนทำการแปรรูปควรปรับปรุงรสชาติของสับปะรดด้วยกระบวนการออสโมซิส การออสโมซิสจะใช้สารละลายน้ำตาลเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และยังเป็นการลดความชื้นเบื้องต้นก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง ดังนั้นจึงทำการศึกษาการถ่ายเทมวลในสับปะรดออสโมซิส เพื่อใช้เป็นเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบกระบวนการออสโมซิสและปรับปรุงการยอมรับในผลิตภัณฑ์สับปะรดอบแห้งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สับปะรดที่ใช้เป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ที่มีระดับอายุของสับปะรดที่แตกต่างกันตามลักษณะภายนอกโดยใช้สีของเปลือกสับปะรดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับความสุกดังนี้ สีเขียว สีเขียวเหลือง และสีเหลือง จากนั้นปลอกเปลือกหั่นเนื้อสับปะรดให้มีลักษณะเป็นรูปพัดหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปนึ่งด้วยไอน้ำร้อนนาน 5 นาทีทิ้งให้เย็น การลดความชื้นเบื้องต้นโดยกระบวนการออสโมซิส ที่อุณหภูมิ 25 °C โดยนำไปแช่ในสารละลายน้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้น 40 50 และ 60 °Brix ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเนื้อสับปะรดต่อน้ำเชื่อม 1: 2 และ 1 : 4 ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในสับปะรดหาสภาวะที่เหมาะในการออสโมซิส จากนั้นนำสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสไปลดความชื้นโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 °C ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Preference Test โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน และแปรผลถึงการยอมรับของผู้บริโภค

ผลและวิจารณ์

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นเบื้องต้นในสับปะรดโดยกระบวนการออสโมซิส ก่อนนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนนั้น จะใช้หลักการถ่ายเทมวลพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำ ณ เวลาใดๆ (ω) และการ

[1] โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 10520
[1] Faculty of Agricultural Industry King Mungkut's Institute of Technology Ladkrabang 10520

เปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำ ณ จุดสมดุล (ωe) การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ณ เวลาใดๆ (Xst) ในเนื้อสับปะรด และเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ณ จุดสมดุล (Xse) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ของการถ่ายเทมวลสารดังต่อไปนี้

$$\frac{\omega}{\omega e} = k_w t^{0.5} \quad (1)$$

และ

$$\frac{Xst}{Xse} = k_s t^{0.5} \quad (2)$$

โดย kw และ ks เป็นอัตราค่าคงที่ของการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็ง($hr^{-0.5}$) และ t คือเวลาที่ใช้ในการออสโมซิสมีหน่วยเป็น ชั่วโมง (hr) หาค่าคงที่โดยทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\omega/\omega e$ กับ $t^{0.5}$ และ Xst/Xse กับ $t^{0.5}$ (Figure 1,2)ในทุกกรณี ค่า R^2 มีค่ามากกว่า 0.99 จึงจะยอมรับตามสมการของการถ่ายเทมวล ค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับ ประมาณความเข้มข้นของสารละลาย สอดคล้องกับการทดลองของ Magee และคณะ (1983), Rahman และ Lamb (1990) Biswal และคณะ (1991) และ Silveira และคณะ (1996)

อัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำเชื่อมทั้ง 1 : 2 และ 1 : 4 ไม่มีผลต่อความสามารถในการลดความชื้น แต่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมและระดับความสุกของผลสับปะรดมีผลต่อการลดปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราส่วน 1 : 2 เนื่องจากสามารถเตรียมได้สะดวกและประหยัดกว่า ระดับความสุกของสับปะรดและความเข้มข้นของน้ำเชื่อมต่อการลดความชื้นเบื้องต้นโดยกระบวนการ ออสโมซิส พบว่า ความสามารถในการลดความชื้นในสับปะรดที่มีระดับความสุกปานกลางหรือมีเปลือกสีเขียวเหลืองสามารถความชื้นได้ในระดับเดียวกับสับปะรดที่มีเปลือกสีเหลือง และสามารถได้มากกว่าสับปะรดเปลือกสีเขียวอย่างมีนัยสำคัญ เพราะสับปะรดสีเขียวนั้นมีโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่แข็งแรงกว่า ดังนั้นอัตราการออสโมซิสจึงต่ำกว่าสับปะรดสีเหลืองและสับปะรดสีเหลืองเขียว ดังนั้น จึงเลือกใช้สับปะรดที่มีความสุกเป็นสีเขียวเหลือง ในกรณีของปริมาณความเข้มข้นของน้ำเชื่อมต่อการออสโมซิสพบว่า ที่ระดับ 40 °Brix ลดความชื้นได้น้อยที่สุด ส่วนที่ระดับ 50 และ 60 °Brix ไม่มีความแตกต่างกันสามารถลดความชื้นได้มากกว่าเนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายนั้นมีผลต่อการออสโมซิส ซึ่งสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะทำให้ปริมาณน้ำภายในเนื้อสับปะรดแพร่ออกมาได้มากกว่า แต่เลือกใช้ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ 50 °Brix เนื่องจากประหยัดและสามารถลดความชื้นของสับปะรดได้ไม่แตกต่างกัน

Table 1 Rate constants at different experimental conditions

°Brix	R	Peel Color	k_w	k_s	°Brix	R	Peel Color	k_w	k_s
40	2	Green	0.132	0.137	40	4	Green	0.162	0.161
40	2	Green/Yellow	0.145	0.146	40	4	Green/Yellow	0.162	0.163
40	2	Yellow	0.137	0.139	40	4	Yellow	0.164	0.164
50	2	Green	0.163	0.168	50	4	Green	0.164	0.167
50	2	Green/Yellow	0.200	0.211	50	4	Green/Yellow	0.209	0.213
50	2	Yellow	0.199	0.201	50	4	Yellow	0.215	0.217
60	2	Green	0.211	0.215	60	4	Green	0.233	0.235
60	2	Green/Yellow	0.220	0.224	60	4	Green/Yellow	0.237	0.241
60	2	Yellow	0.231	0.236	60	4	Yellow	0.239	0.242

R is the mass ratio of sucrose syrup and pineapple sample.

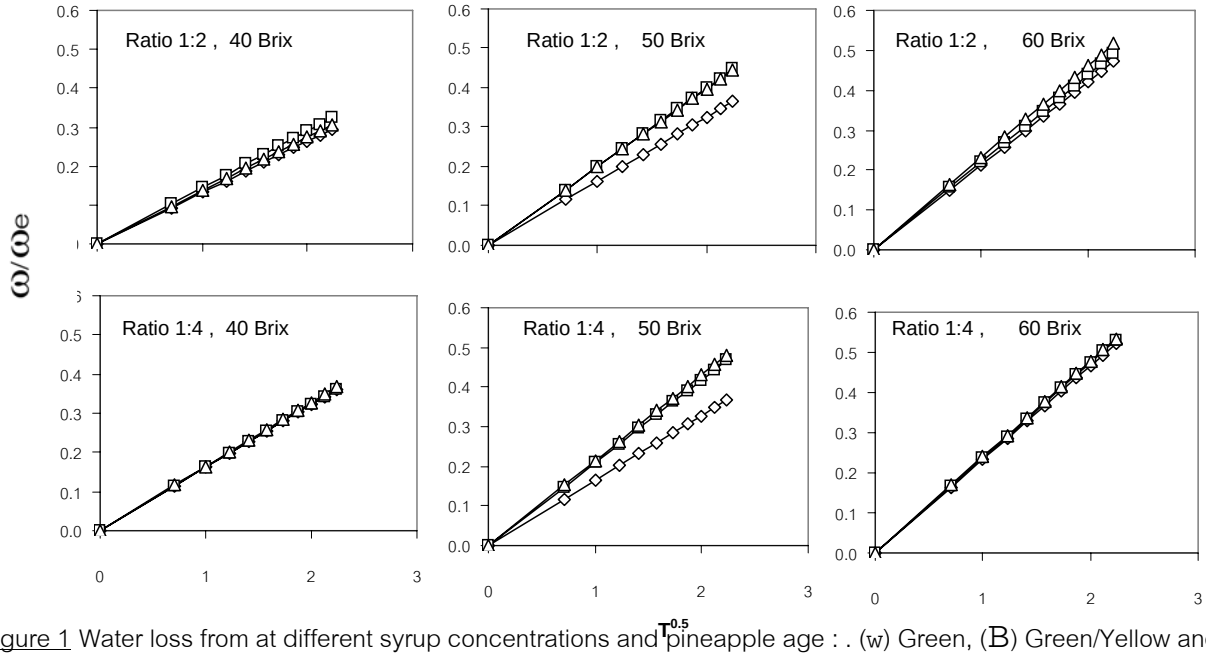

Figure 1 Water loss from at different syrup concentrations and pineapple age : . (w) Green, (B) Green/Yellow and (C) Yellow and (-) regression line

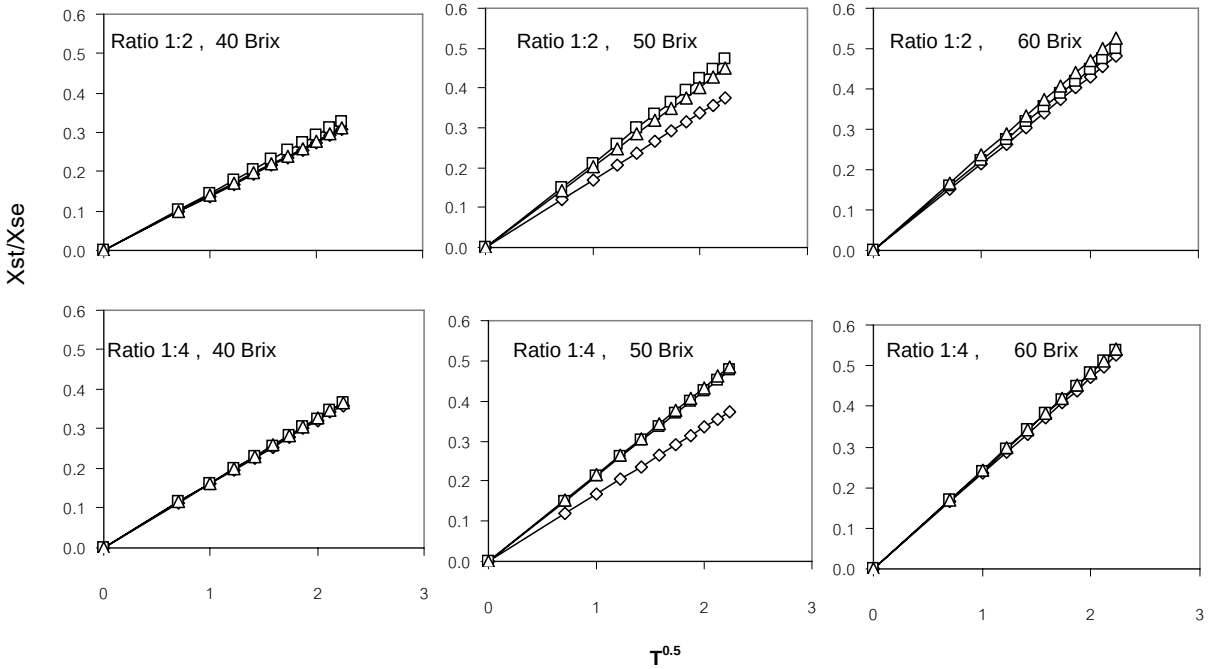

Figure 2 Solid content of pineapple at different syrup concentrations and pineapple age : . (w) Green, (B) Green/ Yellow and (C) Yellow and (-) regression line

นำสับปะรดที่มีระดับความสุกสีเปลือกเป็นสีเขียวเหลืองแช่ในสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น 50 °Brix อัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำเชื่อม 1 : 2 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 °C พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C จะเหลือความชื้นที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จะสามารถลดความชื้นจนเหลือน้อยที่สุด (Figure 3) แต่ผลิตภัณฑ์ดูไม่น่ารับประทาน แห้งเกินไป และเกิดเป็นสีน้ำตาลมากกว่าการอบที่อุณหภูมิ 50 และ 60 และ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการอบที่อุณหภูมิ 60 °C ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏ

ที่น่ารับประทานผิวแห้ง ไม่ฉ่ำน้ำเชื่อมเหมือนการอบที่อุณหภูมิ 50 °C ดังนั้น การอบโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 °C จึงเหมาะสมต่อการอบแห้งสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิส

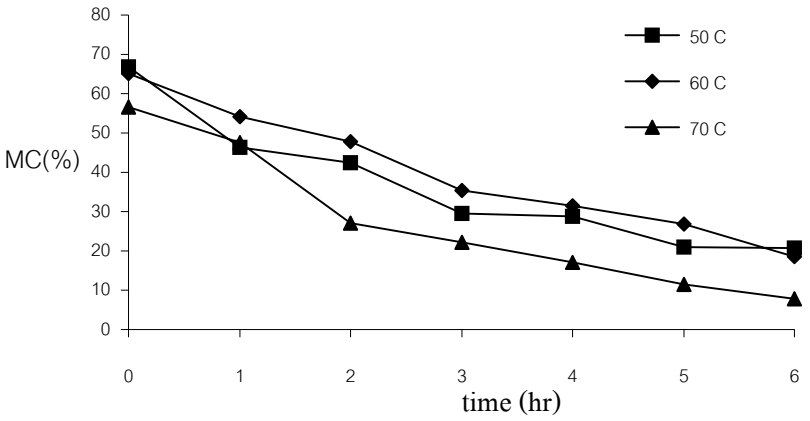

Figure 3 The change of moisture content in osmotic pineapple

สรุป

การสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกระบวนการออสโมซิสสับปะรดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมและอายุของสับปะรด และเมื่อนำสับปะรดที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสไปอบแห้งจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเร็วกว่าสับปะรดที่ไม่ผ่านการออสโมซิสและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Biswal, R. N., Bozorgmehr, K., Tompkins, F. D. and Liu, X. 1991. Osmotic concentration of green beans prior to freezing. J. Food Sci., 56, 1008-1012.

Magee, T. R. A., Hassaballah, A. A.and Murphy, W. R. 1983.Internal mass transfer during osmotic dehydration of apple slices in sugar solutions. Zr. J. Food Sci. Technol., 7,147-155.

Rahman, M. S. and Lamb, J. 1990. Osmotic dehydration of pineapple. J. Food Sci. Technol., 27, 150-152.

Silveira, E.T.F., Rahman, M and Buckle K.A.1996. Osmotic dehydration of pineapple: kinetics and product quality. Food Research International. 29. 227-233,