Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 313-316 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 313-316 (2549)

การใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับเทคนิคสเปาเต็ดเบดในการทำแห้งเนื้อมะม่วงแก้ว

Combination of Osmotic Dehydration and Spouted Bed Techniques for Dehydration of Mango Flesh cv. Kaew

ปวีณา อินทจักร์[1] และพิชญา บุญประสม[2]
Paveena Intajak[1] and Pichaya Boonprasom[2]

Abstract

Mass transfer during osmotic dehydration of mango cv. Kaew was studied. The average initial moisture content and total soluble solids of the fruit samples were 81-82% (wet basis) and 13-14 °Brix, respectively. Mango flesh were cut into cube (0.5x0.5x0.5 cm), then osmotically dehydrated in solution of sucrose 27.14%, water 49.35%, glycerol 22.21%, sodium chloride 0.99%, calcium chloride 0.07%, potassium sorbate 0.12%, and potassium metabisulfite 0.12% for 3 and 4 hours at 40 and 50°C. It was found that moisture contents of the mango flesh decreased rapidly at the first 30 minutes and slowly decreased when the time increased. The result showed osmotic solution at 40°C significantly increased the diffusivity of water ($p<0.05$).

The fruit samples from previous experiment were dried using spouted bed technique at 60 and 70°C with maximum air velocity of 3.65 m/s. The drying time at 60 and 70°C were 75 and 60 minutes, respectively. The drying temperature did not affected sensory ratings ($p>0.05$). However, osmotic solution at 40°C resulted in significantly better overall flavor rating ($p<0.05$).

Key word : osmotic dehydration, spouted bed, diffusivity

บทคัดย่อ

ทำการศึกษากระบวนการถ่ายเทมวลสารในมะม่วงพันธุ์แก้วภายใต้กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน โดยเนื้อมะม่วงซึ่งมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นที่ 81-82% มาตรฐานเปียก และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 13-14°Brix ทำการหั่นเนื้อมะม่วงเป็นทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5x0.5x0.5 เซนติเมตร และแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำตาล 27.14% น้ำ 49.35% กลีเซอรอล 22.21% โซเดียมคลอไรด์ 0.99% แคลเซียมคลอไรด์ 0.07% โพแทสเซียมซอร์เบท 0.12% และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.12% นาน 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของสารละลาย 40 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณความชื้นของเนื้อมะม่วงจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลา 30 นาทีแรก และค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยสารละลายออสโมติกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อนำตัวอย่างชิ้นมะม่วงในการทดลองข้างต้นมาอบแห้งโดยเทคนิคสเปาเต็ดเบดที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วลมสูงสุดเท่ากับ 3.65 เมตร/วินาที จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็น 75 และ 60 นาที ตามลำดับ อุณหภูมิการทำแห้งไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม สารละลายออสโมติกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติโดยรวมดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ ออสโมติกดีไฮเดรชัน สเปาเต็ดเบด สัมประสิทธิ์การแพร่

บทนำ

ออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นกระบวนการที่นิยมใช้ในการกำจัดน้ำบางส่วนออกจากเนื้อเยื่อพืชก่อนการนำไปทำแห้ง โดยการแช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง (hypertonic solution) ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์และสารละลายภายนอก เกิดเป็นแรงขับดันและศักย์ทางเคมี จึงเกิดการถ่ายเทมวลสารระหว่างชิ้นอาหารและสารละลาย

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Institute. Chiangmai University, Chiangmai 50200
[2] ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[2] Department of Food Engineering. Faculty of Agro-Industry. Chiangmai University, Chiangmai 50200

ภายนอก (รัตนาและพิไลรัก, 2541) อีกทั้งกระบวนการนี้ยังช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น และช่วยรักษาเม็ดสีระหว่างการทำแห้งและการเก็บรักษาได้ด้วย (Raoult-Wack, 1994)

ส่วนเทคนิคสเปาเต็ดเบดเป็นการอบแห้งที่ชิ้นวัตถุจะถูกทำให้ลอยตัวขึ้นโดยลมร้อน และลมร้อนนี้ยังเป็นตัวกลางในการอบแห้งด้วยเช่นกัน ในระหว่างการอบแห้งวัตถุดิบจะสัมผัสกับลมร้อนได้โดยตรงในทุกทิศทาง ทำให้คุณภาพของอาหารแห้งมีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังใช้เวลาการทำแห้งสั้นกว่าการอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันธรรมดา (Hovmand, 1995) และการอบแห้งแบบถาด (Grabowski *et al*., 2002) ซึ่งการใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกันนี้จะสามารถช่วยลดพลังงานในการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรลงได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาอุณหภูมิของสารละลายและระยะเวลาในการแช่ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในชิ้นมะม่วงแก้ว

หั่นเนื้อมะม่วงแก้วที่มีปริมาณ TSS อยู่ในช่วง 13-14°Brix เป็นทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5x0.5x0.5 เซนติเมตร แล้วแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำตาล 27.14% น้ำ 49.35% กลีเซอรอล 22.21% โซเดียมคลอไรด์ 0.99% แคลเซียมคลอไรด์ 0.07% โพแทสเซียมซอร์เบท 0.12% และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.12% นาน 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของสารละลาย 40 และ 50 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นมะม่วงโดยชั่วโมงแรกจะสุ่มตัวอย่างทุก 15 นาที และชั่วโมงที่สองจะสุ่มตัวอย่างทุก 30 นาที ส่วนที่เหลือจะสุ่มตัวอย่างทุกชั่วโมงจนครบเวลาตามที่กำหนดแล้วตั้งทิ้งไว้ 6 ชั่วโมงเพื่อทราบจุดสมดุลของการถ่ายเทมวลสาร และนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำตามกฎข้อที่ 2 ของฟิกค์

2. การอบแห้งและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างชิ้นมะม่วงในการทดลองข้างต้นในแต่ละกรรมวิธีมาอบแห้งโดยเทคนิคสเปาเต็ดเบดที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วลมสูงสุดเท่ากับ 3.65 เมตร/วินาที จนผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายที่ 11-12% (มาตรฐานเปียก) แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏภายนอกโดยรวมและรสชาติโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนแบบ hedonic scale

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลของอุณหภูมิของสารละลายและระยะเวลาในการแช่ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในชิ้นมะม่วงแก้ว

จากการทดลองแช่ชิ้นมะม่วงลงในสารละลายที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 และ 4 ชั่วโมง พบว่าปริมาณความชื้นของชิ้นมะม่วงจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลา 30 นาทีแรก และค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (Figure 1) โดยน้ำที่อยู่ในอาหารจะถูกดูดซึมผ่านผนังเซลล์ออกมายังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าอาหาร ขณะเดียวกันตัวถูกละลายที่มีอยู่ในสารละลายจะซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปยังอาหารทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำและความเข้มข้นของตัวถูกละลายในชั้นอาหาร ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการออสโมติกจะมีอัตราการดึงน้ำออกสูงมาก ส่วนช่วงต่อมาอัตราการสูญเสียน้ำจะลดลง

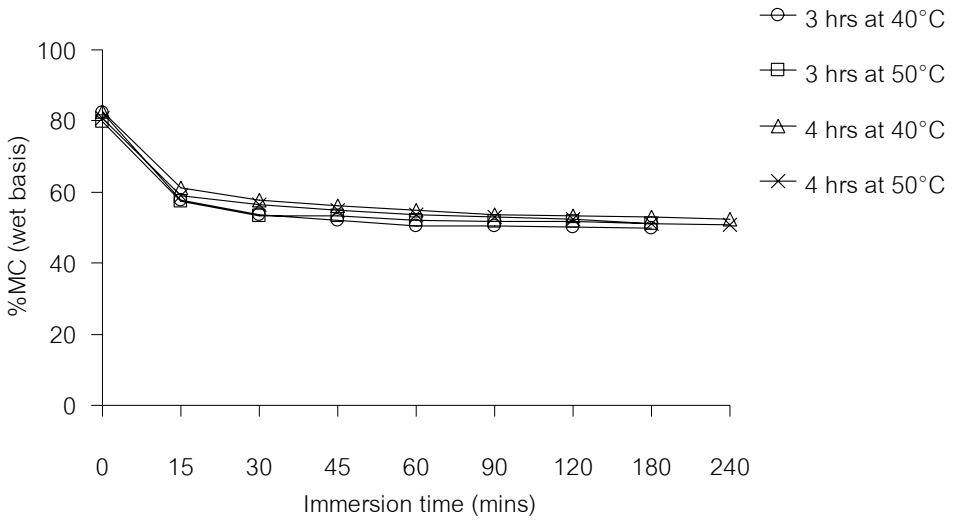

Figure 1 Moisture Content (% wet basis) of mango flesh in osmotic solution at 40 and 50°C during immersion.

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ พบว่าเฉพาะอุณหภูมิของสารละลายที่ 40 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ โดยที่ไม่มีความสัมพันธ์ร่วมกับระยะเวลาในการแช่ ซึ่งชิ้นมะม่วงที่แช่ในสารละลายนาน 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำมากที่สุด คือ 3.3608×10^{-10} m^2/s แต่เมื่ออุณหภูมิสารละลายเพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำลดลง อาจเนื่องมาจากทั้งอุณหภูมิสารละลายและระยะเวลาในการแช่ที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ชิ้นมะม่วงที่มีขนาดเล็กเข้าสู่ระยะอิ่มตัวได้เร็วขึ้น น้ำในเซลล์จึงซึมผ่านผนังเซลล์ออกมาได้น้อยลง

Table 1 Diffusion coefficients for water considering mango piece as cubical configuration.

Temperature (^{o}C)	Time (hours)	Diffusion coefficients for water (m^2/s)
40	3	3.3608×10^{-10}
40	4	3.2359×10^{-10}
50	3	2.7039×10^{-10}
50	4	2.3653×10^{-10}

2. การอบแห้งโดยเทคนิคสเปาเต็ดเบดและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำตัวอย่างชิ้นมะม่วงในการทดลองข้างต้นในแต่ละกรรมวิธีมาอบแห้งโดยเทคนิคสเปาเต็ดเบดที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วลมสูงสุดเท่ากับ 3.65 เมตร/วินาที จนผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายที่ 11-12% (มาตรฐานเปียก) จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็น 75 และ 60 นาที ตามลำดับ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงอากาศสามารถรับไอน้ำได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้การใช้วิธีการอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบดทำให้ทุกส่วนของชิ้นวัตถุดิบสามารถสัมผัสกับลมร้อนได้โดยตรง จึงมีพื้นที่สำหรับการระเหยน้ำมาก และมีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วทั้งเบด (Jowitt, 1977) ทำให้การอบชิ้นมะม่วงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสใช้เวลาสั้นกว่า (Figure 2)

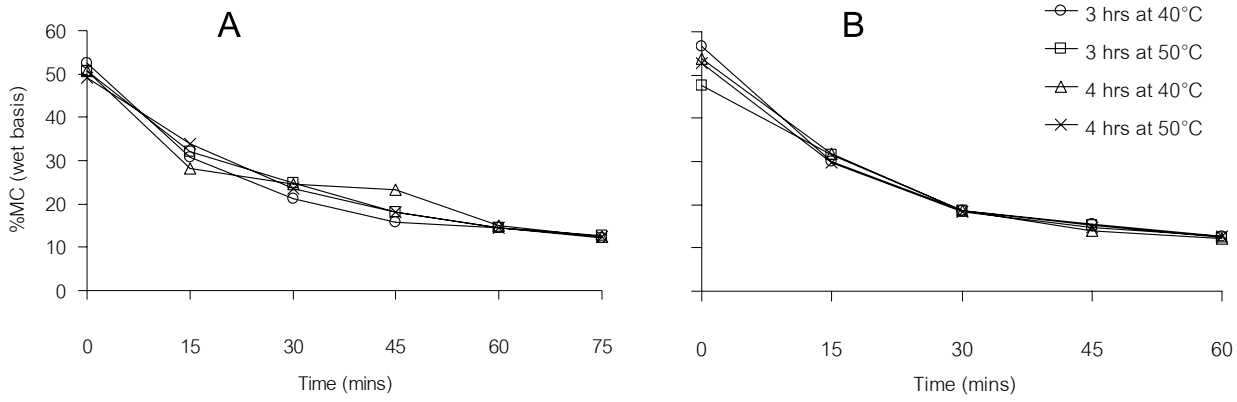

Figure 2 Moisture Content (%wet basis) of mango flesh dried at 60^{o}C (A) and 70^{o}C (B).

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนแบบ hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏภายนอกโดยรวม (สีและรูปร่าง) และรสชาติโดยรวม จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิการทำแห้งไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ แต่การแช่ชิ้นมะม่วงในสารละลายออสโมติกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติโดยรวมดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าทั้งอุณหภูมิในการแช่ ระยะเวลาในการแช่ และอุณหภูมิในการอบแห้ง ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏภายนอกโดยรวม ในขณะที่การแช่ชิ้นมะม่วงที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่ 3 ชั่วโมง และอุณหภูมิในการอบแห้งเป็น 70 องศาเซลเซียส ทำให้ค่า hue (h^{o}) ของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 80.923

สรุป

การแช่ชิ้นมะม่วงแก้ว (0.5x0.5x0.5ซ.ม.) ในสารละลายออสโมติกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติโดยรวม ทั้งนี้อุณหภูมิในการทำแห้ง (60 และ 70 องศาเซลเซียส) ไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

รัตนา อัตตปัญโญ และพิไลรัก บุญใหญ่. 2541. การเลือกใช้เทคโนโลยีและเครื่องจักรในการผลิตผักและผลไม้อบแห้งระดับครัวเรือน หลักสูตรฝึกอบรม ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 43 หน้า.

Grabowski, S., M. Marcotte, M. Poirier, and T. Kudra. 2002. Drying characteristics of osmotically pretreated cranberries. [Online]. Avalible : http://cetcvarennes.nrcan.gc.ca/eng/publication/r2002083e.html (28 January, 2006)

Hovemand, S. 1995. Fluidized bed drying. pp.195-248, *in* : Mujumdar, A.S. Handbook of industrial drying. 2nd ed revised and expanded, Volume 1. Marcel Dekker, Inc., USA. 742pp.

Jowitt, R. 1977. Heat transfer in some food processing application of fluidization. *IFST Proceeding* 10(3):117-121.

Raoult-Wack, A. L. 1994. Advances in osmotic dehydration. *Trend in Food Science and Technology* 5:255-260.