

## ปัจจัยที่มีผลต่อการดองน้ำออกบางส่วนต่อคุณภาพสับประรดก่อนอบแห้ง Factors Effecting of Osmodehydrated Fruit Pineapple

รุ่งทิพย์ จูทะมั่งคอง<sup>1\*</sup> และ ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล<sup>2</sup>  
Rungtip jutamongkon<sup>1\*</sup> and Sirinat Srionnuat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยนครศรีธรรมราช

<sup>2</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช

<sup>1</sup>Department of Science and Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya

<sup>2</sup>Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการดองน้ำออกบางส่วนในสับประรดก่อนอบแห้งโดยใช้สารละลายซูโครสใน (บรรยากาศ)ปกติที่ความเข้มข้น 3 ระดับคือ 40 45 และ 50 °บริกซ์ ที่อุณหภูมิ 40°ซ และ 50°ซ เป็นเวลานาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลพบว่าปริมาณน้ำสูญเสียและเพิ่มปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น ตัวอย่างที่มีการสูญเสียน้ำและเพิ่มปริมาณของแข็งมากที่สุดคือ 50 °บริกซ์ อุณหภูมิ 50 °ซ นาน 5 ชั่วโมง นำมาศึกษาคุณภาพสับประรดอบแห้งที่เวลา 12 13 14 15 16 ชั่วโมง พบว่าสับประรดอบแห้งที่เวลานาน 12 ชั่วโมงจะมีสีสว่างมากที่สุดแต่มีค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองต่ำสุด เมื่อทดสอบทางระบบประสาทสัมผัสพบว่าสับประรดอบแห้งนาน 13 ชั่วโมงมีคะแนนของรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบสภาวะที่แช่สับประรดแบบ(บรรยากาศ)ปกติและสุญญากาศก่อนอบแห้ง พบว่าสับประรดที่แช่สภาวะสุญญากาศจะสูญเสียน้ำและมีปริมาณของแข็งที่ได้รับ(มากกว่า)สับประรดที่แช่ใน(บรรยากาศ)ปกติ สับประรดอบแห้งที่แช่สภาวะสุญญากาศจะมีค่า L\* a\* และ b\* น้อยกว่า(บรรยากาศ)ปกติ คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสับประรดอบแห้งที่แช่ในสภาวะสุญญากาศมากกว่าสับประรดที่แช่ใน(บรรยากาศ)ปกติ

**คำสำคัญ :** การดองน้ำออกบางส่วน สับประรด การอบแห้ง ซูโครส แช่ภายใต้ภาวะสุญญากาศ

### Abstract

This research was to study the osmotic dehydration of pineapple at sucrose solution of sucrose syrup under atmospheric condition. The experiments were carried out in 40, 45 and 50 °brix at 40 and 50 °C for 1, 2, 3, 4 and 5 hrs, respectively. Water loss and solids gain increased with temperature and concentration. The pineapple souled in the sucrose solution at 50 °brix 50°C for 5 hrs exhibited the highest water loss and solid gain. After drying for 12, 13, 14, 15 and 16 hrs, the qualities of products were studied. The pineapple dried for 12 hrs showed the highest lightness value (L\*) but lowest red value (a\*) and yellow value (b\*). The sensory score in term of flavor, texture and overall liking of 13 hrs dried pineapple were highest. Vacuum impregnation pineapple had water loss and solid gain higher than atmospheric impregnation pineapple. Dried vacuum impregnation pineapple had L\* a\* and b\* lower than dried atmospheric impregnation pineapple. Sensory score of dried vacuum impregnation pineapple was more than dried atmospheric impregnation pineapple.

**Keywords:** osmotic dehydration, pineapple, drying, sucrose, vacuum impregnation

\*Corresponding author; Email: jutamongkon@yahoo.com



## บทนำ

โดยทั่วไปผู้บริโภคมักจะต้องการผลิตภัณฑ์ผลไม้แปรรูปที่มีลักษณะเหมือนผลสด ในทางอุตสาหกรรมจึงพัฒนาการแปรรูปให้มีผลกระทบน้อยที่สุดต่อผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ในอาหารประเภทไอศกรีม สลัดผลไม้ โยเกิร์ต ขนมหวานแช่แข็ง เป็นต้น ซึ่งผลไม้ต้องรักษาถิ่นรสและสีรวมทั้งปราศจากวัตถุเจือปน และเนื้อสัมผัสยอมรับได้ [1] การดองนำออกจากผลไม้บางส่วน (osmodehydration) จะดัดแปลงคุณสมบัติของวัตถุดิบทั้งคุณสมบัติทางกายภาพเช่น ปริมาณน้ำ Aw และความคงตัว รวมทั้งคุณสมบัติทางเคมีและประสาทสัมผัสที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบวัตถุดิบ อัตราการสูญเสียน้ำมีผลต่อความคงตัว ส่วนอัตราการเพิ่มปริมาณของแข็งมีผลต่อกลิ่นรส และรสชาติ [2] นอกจากนี้กระบวนการนี้ยังใช้พลังงานน้อยกว่า 2-3 เท่าของการอบแห้งแบบลมร้อนเพราะน้ำจะเคลื่อนที่ออกมาในรูปของของเหลวแทนที่จะเป็นสารระเหย [3] ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็งในผลไม้ที่ผ่านการดองนำออกจากบางส่วน ได้แก่ รูพรุนของวัตถุดิบ ขนาดและรูปร่าง การเตรียมการ องค์ประกอบและความเข้มข้นของสารละลาย เวลา อุณหภูมิ ความดันและอัลตราโซนิก ส่วนปัจจัยที่มีต่อคุณภาพด้านสี กลิ่นรส และกรดแอสคอบิกคือชนิดของตัวถูกละลาย อุณหภูมิ และความดันที่ใช้อบแห้ง [3] การศึกษาดองนำบางส่วนออกจากสับปะรดด้วยสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้น 45 °บริกซ์ อุณหภูมิ 45 °ซ ความเข้มข้นกรดซิตริกร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก นาน 7 ชั่วโมงพบว่าปริมาณน้ำที่สูญเสียและปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาออสโมซิสนานขึ้น [4] การศึกษาการดองนำออกบางส่วนในฝรั่งด้วยสารละลายซูโครสเข้มข้น 65 °บริกซ์ ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 30-180 นาทีภายใต้สูญญากาศพบปริมาณน้ำที่สูญเสียมากที่สุดที่อุณหภูมิ 50 °ซ ส่วนการเพิ่มปริมาณของแข็งมากที่สุดที่อุณหภูมิ 40 °ซ [5]

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดองนำออกจากส่วนของสับปะรด ได้แก่ 1. ความเข้มข้น และอุณหภูมิของสารละลายซูโครสที่ใช้ในการแช่สับปะรด 2. เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สูญเสียและปริมาณของแข็งที่ได้รับของสับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครสในสภาวะสูญญากาศและบรรยากาศ 3. ผลของการดองนำออกจากส่วนต่อสี เนื้อ

สัมผัสและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสับปะรดอบแห้งที่อบแห้งด้วยระยะเวลาต่าง ๆ กัน

## วิธีการวิจัย

ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดองนำออกจากส่วนของสับปะรด โดยนำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียของตลาดท่าทาง อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราชที่ระดับความหวาน 11-13 °บริกซ์ ล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกหั่นเนื้อสับปะรดให้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋ารูปขนาด 2x2x1 เซนติเมตร จากนั้น นำตัวอย่างสับปะรดไปผ่านการออสโมซิสด้วยสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้น 40 45 และ 50 °บริกซ์ ในเวลา 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 °ซ ในอัตราส่วนน้ำหนักของเนื้อต่อน้ำตาลซูโครส 1:3 กวนที่ 26 รอบต่อนาที แล้ว นำสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสไปล้างในน้ำกลั่น 1 ครั้ง และซับด้วยกระดาษให้แห้ง นำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่สูญเสีย (water loss) และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid gain) ในชิ้นสับปะรดหลังจากแช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่สภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา t สามารถคำนวณได้จากสมการของ Panagiotou, N.M., Karathanos V.T. และ Maroulis Z.B. [6] โดยนำหนักแห้งของตัวอย่างได้จากการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105°ซ จนน้ำหนักคงที่ ใช้เวลา 48 ชั่วโมง

$$\text{Water loss (WL)} = (M_0 - m_0) - (M - m) \frac{m_0}{m_0}$$

$$\text{Solid gain (SG)} = (m - m_0) \frac{m_0}{m_0}$$

$M_0$  = น้ำหนักเริ่มต้นของสับปะรดก่อนแช่สารละลายซูโครส

$M$  = น้ำหนักของสับปะรดที่แช่สารละลายซูโครสที่เวลา t ชั่วโมง

$m_0$  = น้ำหนักแห้งของสับปะรดสด

$m$  = น้ำหนักแห้งของสับปะรดที่แช่สารละลายซูโครสที่เวลา t ชั่วโมง

เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สูญเสียและปริมาณของแข็งที่ได้รับของสับปะรดที่แช่ในสารละลายซูโครสในสภาวะสูญญากาศและบรรยากาศ จากนั้นนำตัวอย่างสับปะรดมาแช่สารละลายซูโครสที่ความเข้มข้น อุณหภูมิ และเวลาที่สูญเสียน้ำมากที่สุดที่ได้ผลจากการทดลองข้อ 1 มาทดลองภายใต้สภาวะสูญญากาศที่ 150 mmHg และบรรยากาศ



ศึกษาคุณลักษณะทางเคมี กายภาพและทางประสาทสัมผัสของสับประรดอบแห้งที่ผ่านออสโมซิสในสารละลายซูโครสที่สูญเสียให้น้ำน้อยที่สุด แล้วนำตัวอย่างสับประรดที่ผ่านการออสโมซิสและครบระยะเวลามาอบแห้งนาน 12 13 14 15 และ 16 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 65 °ซ มาวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัสและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

คุณลักษณะทางด้านเคมี วอเตอร์แอกติวิตี A.O.A.C (2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ A.O.A.C. (2000) ปริมาณกรด A.O.A.C. (2000) ความชื้นตามวิธีการของ A.O.A.C. (2000) คุณลักษณะทางด้านกายภาพ วัดสีใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น A60-1012-402 ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื้อสัมผัสใช้ TA-TX 2 Stable micro system ประเทศอังกฤษ ใช้ cylinder probe P/6 เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ส่วนคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนแบบ hedonic scale 1-9 คะแนน กับรูปร่าง สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของสับประรดแช่ซูโครสภายใต้สภาวะบรรยากาศแล้วนำมาอบแห้งที่ 65 °ซ เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน และ 28 วันตามลำดับ และวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial experiment ขนาด 3x2 ในบล็อกแบบสมบูรณ์ (Random Complete Block Design ; RCBD) โดยปัจจัยในการศึกษาคือความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอุณหภูมิในการแช่สับประรด ใช้สับประรดในการทดลองแต่ละครั้งเป็น block ทำการทดลองสองซ้ำ ใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาผลของความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสและอุณหภูมิต่อการดึงน้ำออกบางส่วนของสับประรด

ตัวอย่างที่แช่ในสารละลายความเข้มข้นทั้งสามระดับจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้น ดังแสดงใน Figure 1 การเคลื่อนที่

ของน้ำออกจากตัวอย่างเร็วในช่วงแรกเนื่องจากความแตกต่างความดันออสโมติกของเนื้อเยื่อผลไม้และสารละลายมากและเมื่อเวลาออสโมซิสนานขึ้น โดยทั่วไปการเคลื่อนที่ของมวลสารที่สองชั่วโมงแรกจะสูญเสียน้ำมาก

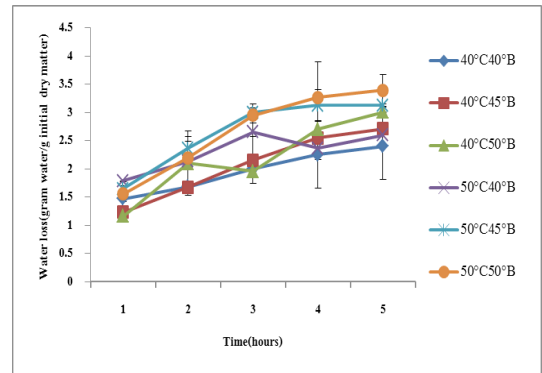


Figure 1. Water loss of pineapple pieces in 40, 45 and 50 °brix sucrose syrup at 40 °C and 50 °C.

ส่วนเวลาต่อมาอัตราการเคลื่อนที่ของมวลสารจะช้าลงและเริ่มหยุดการสูญเสีย [7] เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายจะทำให้สูญเสียน้ำมากขึ้น [3] ส่วนปริมาณของแข็งที่สับประรดได้รับมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นคงที่ดัง Figure 2 จะเห็นได้ว่าการเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 50 °บริกซ์ สูญเสียน้ำมากที่สุด ทั้งนี้จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นน้ำตาลมากขึ้นจะมีอัตราการสูญเสียน้ำมากขึ้น ส่วนอัตราการเพิ่มของแข็งน้อยสอดคล้องกับการทดลองของ [8] ศึกษาการออสโมซิสสับประรดที่ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 546 615 และ 677 กรัมต่อกิโลกรัมพบว่าที่อุณหภูมิคงที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสจะมีอัตราการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นแต่อัตราการเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งลดลง เช่นเดียวกับ การทดลองของ Silveira และคณะ (1996) ในสับประรดความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสร้อยละ 50 60 และ 70 ที่อุณหภูมิคงที่มีอัตราการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นแต่อัตราการเพิ่มปริมาณของแข็งลดลง เนื่องจากที่ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสสูงทำให้มีความหนืดสูงยากที่จะผ่านเข้าไปในช่องว่างเนื้อเยื่อผลไม้ และความดันออสโมติกของสารละลายสูงจะดึงน้ำออกมาด้านนอกเนื้อเยื่อผลไม้ [9]



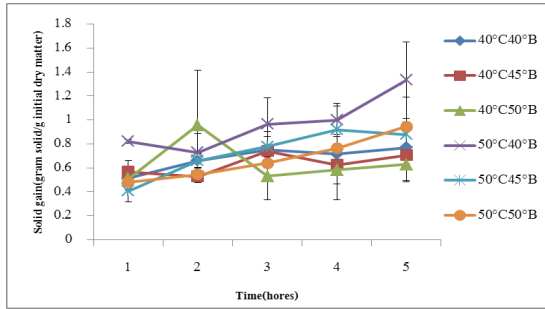


Figure 2. Solid gain of pineapple pieces in 40, 45 and 50 °brix sucrose syrup at 40 °C and 50 °C.

จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 50 °ซ ปริมาณน้ำที่สูญเสียและการเพิ่มปริมาณของแข็งมากกว่าที่ 40 °ซ ดังรูปที่ 1 และ 2 สอดคล้องกับผลการทดลองของ [10] ศึกษาผลไคการดึงน้ำออกแบบออสโมซิสในสับประรดรูปกลมพบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 30 °ซ 45 °ซ และ 60 °ซ ที่ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสร้อยละ 50 60 70 และ 75 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะมีอัตราการสูญเสียและอัตราการเพิ่มปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ [11] แซ่สับประรดที่ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 65 °บริกซ์ แล้วเพิ่มอุณหภูมิจาก 30 °ซ เป็น 40 °ซ พบว่าอัตราการสูญเสียและอัตราการเพิ่มปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น รวมทั้งการทดลองของ [12] พบว่าสับประรดแช่ในสารละลายซูโครส 45-65 °บริกซ์ ที่อุณหภูมิ 30-50 °ซ นาน 20-240 นาทีพบว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีปริมาณการสูญเสียและปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกเปลี่ยนไปใช้เวลาน้อยลงก่อนถึงจุดสมดุล เพิ่มการผ่านของสารที่เซลล์ เมมเบรน ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณของแข็งและแทนที่ก๊าซในช่องว่างของเซลล์ด้วยของเหลวมากขึ้นเช่นกัน[13] จะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 50 °บริกซ์ อุณหภูมิ 50 °ซ จะทำให้สับประรดสูญเสียน้ำมากที่สุด ทั้งนี้ความเข้มข้นน้ำตาลมากขึ้นจะมีอัตราการสูญเสียมากขึ้นส่วนอัตราการเพิ่มของแข็งลดลง เมื่อศึกษาทางสถิติพบว่าปริมาณการสูญเสียมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเวลาและอุณหภูมิ ส่วนความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดัง

Table 1

Table 1. Effect and statistic significant degree (p) for water loss during osmotic dehydration of pineapple

	Effect	p
(1)Time	7.253	0.000
(2)Concentration	.015	0.826
(3)Temperature	2.336	0.000
1 x 2	0.120	0.155
1 x 3	0.157	0.093

ส่วนปริมาณของแข็งที่ได้รับมีความแตกต่างทั้งเวลา ความเข้มข้นและอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิ ความเข้มข้นกับอุณหภูมิ ดังตารางที่ 2

Table 2. Effect and statistic significant degree (p) for solid gain during osmotic dehydration of pineapple .

	Effect	p
(1)Time	1.295	0.000
(2)Concentration	0.185	0.001
(3)Temperature	0.336	0.001
1 x 2	0.044	0.087
1 x 3	0.121	0.001
2 x 3	0.111	0.016

2. เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สูญเสียและปริมาณของแข็งที่ได้รับของสับประรดที่แช่ในน้ำตาลซูโครส 50 °บริกซ์ ในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศ



**Table 3.** Effect and statistic significant degree (p) of atmospheric and vacuum impregnation for water loss during osmotic dehydration of pineapple .

	Effect	p
(1)Time	1.476	0.000
(2)Condition	0.073	0.353
1 x 2	0.062	0.588

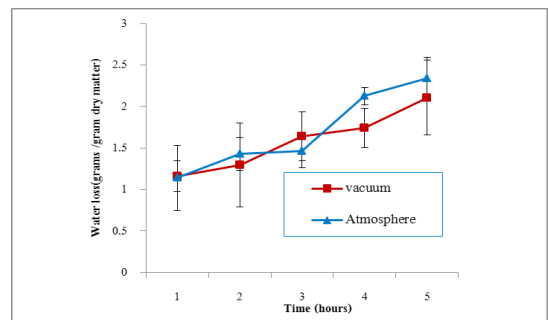
จากการวิเคราะห์ทางสถิติตั้ง Table 3 แสดงว่าการสูญเสียไม่มีมีความแตกต่างระหว่างสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ [14] รายงานว่ามะละกอแช่สารละลายน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้น 55 และ 65 องศาบริกซ์มีปริมาณน้ำที่สูญเสียไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ ทั้งนี้เนื่องจากผลไม้แต่ละชนิดมีรูพรุนของผลไม่ต่างกัน ซึ่งถ้ามีรูพรุนมากจะมีก๊าซผ่านออกมากทำให้น้ำผ่านออกมาเมื่อลดความดันบรรยากาศลง [15]

**Table 4.** Effect and statistic significant degree (p) of atmospheric and vacuum impregnation for solid gain during osmotic dehydration of pineapple .

	Effect	p
(1)Time	1.339	0.000
(2)Condition	0.196	0.002
1x 2	0.093	0.351

จากการวิเคราะห์ทางสถิติตั้ง Table 4 แสดงว่าปริมาณของแข็งที่ได้รับมีความแตกต่างระหว่างสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าในระหว่างการออสโมซิสสับปะรดมีปริมาณของแข็งที่ได้รับด้วยการทำภายใต้สภาวะสุญญากาศมากกว่าบรรยากาศ สอดคล้องกับการทดลองของ [15] ที่ทดลองกับแอปเปิ้ลฟูจิแช่ในน้ำตาลซูโครสที่มีฟรุกโทสสูง (high-fructose corn syrup) ความเข้มข้นร้อยละ 60 ภายใต้สุญญากาศมีปริมาณของแข็ง

ที่ได้รับมากกว่าบรรยากาศ ส่วน [13] รายงานการแช่แอปเปิ้ลในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้น 55 และ 65 องศาบริกซ์พบว่าปริมาณของแข็งที่ได้รับที่สุญญากาศมากกว่าบรรยากาศ ซึ่งภายใต้สุญญากาศเซลล์จะจัดเรียงตัวใหม่โดยเซลล์เมมเบรนจะแยกจากผนังเซลล์ในระหว่างการหดตัวทำให้โครงสร้างพังทลายและตัวถูกละลายผ่านได้มากขึ้น ขณะที่ [11] รายงานว่าแช่สับปะรดในสารละลายซูโครส 65 องศาบริกซ์ที่อุณหภูมิ 30 °ซ จะมีปริมาณของแข็งที่ได้รับที่สุญญากาศมากกว่าบรรยากาศ การทำออสโมซิสภายใต้สุญญากาศจะทำให้เพิ่มปริมาณของแข็งมากขึ้นโดยทำให้การถ่ายเทมวลสารที่ผิวหน้ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และสารละลายออสโมติกจะเข้าแทนที่ช่องว่างของก๊าซ [3]



**Figure 3.** Water loss of pineapple pieces in 50 °brix and 27 °C at vacuum and atmosphere impregnation. The bars on the column indicate standard deviation.

**Table 5.** Water loss of pineapple pieces in 50 °brix and 27 °C at vacuum and atmosphere impregnation.

Time(hour)	Water loss (g of water/g initial dry matter)	
	Atmosphere	Vacuum
1	1.1598±0.3931	1.1388±0.1852
2	1.2944±0.1978	1.4263±0.5066
3	1.6375±0.2011	1.4616±0.2964
4	1.7396±0.1058	2.1261±0.2361
5	2.1071±0.2460	2.3425±0.4532



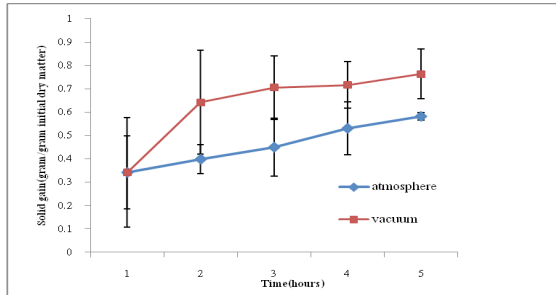


Figure 4. Solid gain of pineapple pieces in 50 °brx sucrose syrup and 27 °C at vacuum and atmosphere impregnation. The bars on the column indicate standard deviation.

Table 6. Solid gain of pineapple pieces in 50 °brx and 27 °C at vacuum and atmosphere impregnation.

Time(hour)	Solid gain (g of solid/g initial dry matter)	
	atmosphere	vacuum
1	0.3414±0.1506	0.3411±0.2347
2	0.3982±0.0618	0.642±0.2226
3	0.4493±0.1235	0.7047±0.1353
4	0.5312±0.1133	0.7167±0.0994
5	0.5815±0.0159	0.7632±0.1069

4. เปรียบเทียบคุณลักษณะทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของสับปะรดอบแห้งที่ผ่านออสโมซิสในสารละลายซูโครส 50 °บริกซ์ อุณหภูมิ 50 °ซ นาน 5 ชั่วโมงในสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ

Table 7. Moisture content, Aw, total acidity and texture of dried vacuum and atmosphere impregnation pineapple in 50 °brx and 50 °C for 5 hours.

Characteristics	Drying time (hours)	Atmosphere	Vacuum
Moisture content (%)	12	17.83±0.37 <sup>dA</sup>	15.27±0.15 <sup>bB</sup>
	13	17.26±18 <sup>cdA</sup>	14.55±0.69 <sup>bB</sup>
	14	16.60±0.42 <sup>bcA</sup>	12.86±0.06 <sup>aB</sup>
	15	15.87±0.30 <sup>abA</sup>	12.56±0.13 <sup>aB</sup>
	16	15.64±0.15 <sup>aA</sup>	12.25±0.01 <sup>aB</sup>
Aw	12	0.39±0.00 <sup>aA</sup>	0.34±0.01 <sup>bB</sup>
	13	0.32±0.00 <sup>bA</sup>	0.32±0.00 <sup>cA</sup>
	14	0.27±0.01 <sup>cA</sup>	0.28±0.00 <sup>bA</sup>
	15	0.24±0.01 <sup>dA</sup>	0.18±0.00 <sup>aB</sup>
	16	0.22±0.01 <sup>eA</sup>	0.18±0.00 <sup>aA</sup>
Total acidity (%)	12	0.51±0.02 <sup>aA</sup>	0.59±0.01 <sup>aB</sup>
	13	0.63±0.03 <sup>bA</sup>	0.71±0.01 <sup>bB</sup>
	14	0.68±0.01 <sup>cA</sup>	0.73±0.01 <sup>cB</sup>
	15	0.69±0.01 <sup>cdA</sup>	0.75±0.00 <sup>cdB</sup>
	16	0.73±0.01 <sup>dA</sup>	0.76±0.01 <sup>dB</sup>
Texture (Newton)	12	5.080±0.83 <sup>aA</sup>	4.422±1.11 <sup>aA</sup>
	13	6.863±0.39 <sup>aA</sup>	4.952±1.22 <sup>aA</sup>
	14	7.070±1.30 <sup>abA</sup>	9.228±2.44 <sup>ba</sup>
	15	8.885±1.16 <sup>ba</sup>	11.258±3.77 <sup>ba</sup>
	16	11.121±5.10 <sup>ca</sup>	11.709±3.03 <sup>ba</sup>

<sup>a-e</sup> Means within the same column with the different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>A-B</sup> Means within the same row with the different letters are significantly different (P<0.05).



จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาอบแห้งนานขึ้น ปริมาณกรดมากขึ้นส่วนปริมาณความชื้นและ Aw ลดลง ความแน่นเนื้อของสับประรดที่ใช้เวลาอบแห้งนาน 16 ชั่วโมงจะมีความแน่นเนื้อมากที่สุดเมื่อเทียบกับเวลาอื่น ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

**Table 8.** Colour of dried pineapple after vacuum and atmosphere impregnation in 50 °brix and 50 °C for 5 hours.

Charac teristics	Drying time (hours)	Atmosphere	Vacuum
L*	12	67.54±0.83 <sup>dA</sup>	62.70±1.13 <sup>bB</sup>
	13	64.52±0.41 <sup>cA</sup>	61.24±1.65 <sup>bB</sup>
	14	64.09±0.58 <sup>bcA</sup>	58.58±1.94 <sup>aB</sup>
	15	62.47±0.80 <sup>bA</sup>	57.26±1.04 <sup>aB</sup>
	16	59.07±1.48 <sup>aA</sup>	57.17±0.62 <sup>aA</sup>
	a*	12	5.25±0.22 <sup>aA</sup>
13		6.94±0.49 <sup>bA</sup>	5.34±0.72 <sup>abB</sup>
14		7.36±0.31 <sup>bcA</sup>	5.93±0.09 <sup>bcB</sup>
15		7.77±0.06 <sup>cA</sup>	6.49±0.30 <sup>cdB</sup>
16		8.96±0.16 <sup>dA</sup>	6.98±0.28 <sup>dB</sup>
b*		12	36.61±0.37 <sup>aA</sup>
	13	40.05±0.26 <sup>bA</sup>	34.63±2.37 <sup>aB</sup>
	14	40.73±0.23 <sup>bcA</sup>	35.22±0.79 <sup>abB</sup>
	15	41.44±0.52 <sup>cdA</sup>	37.48±0.69 <sup>bB</sup>
	16	42.11±0.70 <sup>dA</sup>	37.48±0.69 <sup>bB</sup>

<sup>a-d</sup> Means within the same column with the different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>A-B</sup> Means within the same row with the different letters are significantly different (P<0.05).

การลดลงของค่า L\* และการเพิ่มขึ้นของค่า a\* แสดงถึงการเกิดสีน้ำตาล [16] จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าสับประรดอบแห้งจะมีค่า L\* ลดลง ส่วนค่า a\* และ

b\* มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นซึ่งให้ผลเหมือนกับการแช่แอปริคอตด้วยน้ำตาลซูโครสแล้วอบแห้ง [16] สับประรดอบแห้งที่แช่ภายใต้สภาวะสุญญากาศจะมีค่า L\* a\* และ b\* น้อยกว่าสภาวะบรรยากาศ สับประรดแช่ทั้งสองสภาวะแล้วนำมาอบแห้งที่ระยะเวลาอบแห้งนาน 12 ชั่วโมงจะมีค่าสีที่ต่ำที่สุด โดยมีค่าสีความสว่าง L\* สูงสุด ค่าสีแดง a\* และสีเหลือง b\* ต่ำสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

**Table 9.** Sensory evaluation of dried pineapple after atmosphere impregnation in 50 °brix and 50 °C for 5 hours.

Drying time (hours)	shape	color	texture	flavor	taste	Overall accept ability
12	7.12 <sup>b</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.72 <sup>b</sup>	6.48 <sup>a</sup>	6.64 <sup>ab</sup>	6.76 <sup>b</sup>
13	6.32 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>a</sup>	6.76 <sup>b</sup>	6.28 <sup>a</sup>	7.24 <sup>b</sup>	7.16 <sup>b</sup>
14	6.20 <sup>a</sup>	6.68 <sup>a</sup>	6.32 <sup>b</sup>	6.04 <sup>a</sup>	6.56 <sup>ab</sup>	6.48 <sup>b</sup>
15	6.04 <sup>a</sup>	6.64 <sup>a</sup>	6.36 <sup>b</sup>	6.12 <sup>a</sup>	7.08 <sup>b</sup>	6.92 <sup>b</sup>
16	5.88 <sup>a</sup>	6.12 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Means within the same column with the different letters are significantly different (P<0.05).

**Table 10.** Sensory evaluation of dried pineapple after vacuum impregnation in 50 °brix and 50 °C for 5 hours.

Drying time (hours)	shape	color	texture	flavor	taste	Overall accept ability
12	6.96 <sup>b</sup>	7.24 <sup>cd</sup>	7.12 <sup>c</sup>	7.12 <sup>c</sup>	7.36 <sup>bc</sup>	7.32 <sup>c</sup>
13	7.28 <sup>b</sup>	7.32 <sup>d</sup>	7.16 <sup>c</sup>	6.88 <sup>bc</sup>	7.48 <sup>c</sup>	7.48 <sup>c</sup>
14	7.00 <sup>b</sup>	6.52 <sup>bc</sup>	6.72 <sup>bc</sup>	6.72 <sup>abc</sup>	6.60 <sup>ab</sup>	6.92 <sup>bc</sup>
15	6.60 <sup>b</sup>	6.24 <sup>ab</sup>	5.92 <sup>ab</sup>	6.20 <sup>ab</sup>	6.44 <sup>a</sup>	6.44 <sup>ab</sup>
16	5.76 <sup>a</sup>	5.68 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>	6.08 <sup>a</sup>	6.08 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Means within the same column with the different letters are significantly different (P<0.05).

จาก Table 9 และ 10 จะเห็นได้ว่าเมื่อทดสอบทางระบบประสาทสัมผัสพบว่าสับประรดอบแห้งนาน 13 ชั่วโมงจะมีคะแนนของรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับสูงที่สุด คะแนนของสับประรดอบแห้งที่แช่ในสภาวะสุญญากาศมากกว่าบรรยากาศที่เวลาอบแห้งนาน 12 13 14 และ 16 ชั่วโมง



## สรุป

จะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้นซูโครส 50 °บริกซ์ อุณหภูมิ 50 °ซ จะทำให้สับปะรดสูญเสียน้ำหนักที่สุด และเมื่อนำมาอบแห้งพบว่าคุณภาพสับปะรดอบแห้งที่เวลา 12 13 14 15 16 ชั่วโมง สับปะรดอบแห้งที่เวลานาน 12 ชั่วโมงจะมีสีสว่างมากที่สุดแต่มีค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองต่ำสุด เมื่อทดสอบทางระบบประสาท สัมผัสพบว่าสับปะรดอบแห้งนาน 13 ชั่วโมงจะมีคะแนนของรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ส่วนสับปะรดที่แช่สภาวะสุญญากาศจะสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่ได้รับมากกว่าสภาวะบรรยากาศ เมื่อทดสอบทางระบบประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนของสับปะรดอบแห้งนาน 13 ชั่วโมงที่แช่ในสภาวะสุญญากาศมากกว่าบรรยากาศทั้งด้านรูปร่าง สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รสชาติและการยอมรับโดยรวมทั้งหมด ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของสับปะรดอบแห้งพบว่ายังคงบริโภคได้เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน

## กิตติกรรมประกาศ

ทุนจากสภากิจแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดินปี 2555

## เอกสารอ้างอิง

- Maltini, E., Torreggiani D., Rondo Broveto B., and Bertolo G. 1993. Functional properties of reduced moisture fruits as ingredients in food systems. *Food Research International*. 26:413-419.
- Torreggiani, D. and Bertolo G. 2001. *High Quality Fruit and Vegetable Products Using Combined Processes*. In Osmotic dehydration & Vacuum Impregnation, Copyright by Technomic Publishing Company Inc. 257 p.
- Lazarides, H.N. 2001. *Reasons and Possibilities to Control Solids Uptake during Osmotic Treatment of Fruits and Vegetables*. In Osmotic Dehydration & Vacuum Impregnation, edited by Fito P., Chiralt A., Barat J.M., W. E. L. Spiess, and D. Behnililan. Copyright by Technomic Publishing Company Inc. 257p.
- Zapata M., J.E., Arias A. J.M. and G.L. Ciro. G. 2011. Optimization of osmotic dehydration of pineapple (*Ananas comosus* L.) using the response surface methodology. *Physiology & Postharvest Techonology*. 29(2) : 249-256.
- Panades, G., Fito P., Aguiar Y., de Villavicencio M. N. and Acosta V. 2006. Osmotic dehydration of guava: Influence of operating parameters on process kinetics. *Journal of Food Engineering*. 72: 383-389.
- Panagiotou, N.M., Karathanos V.T. and Maroulis Z.B. 1999. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. *Dry Technology*. 17: 175-189.
- Karel, M. 1975. *Dehydration of Foods*. In Physical Principles of Food Preservation, edited by M. Karel, O. R. Fennema and D.B. Lund. Marcel Dekker, New York.
- Parjoko, M.S. Rahman, Buckle K.A. and Perera C.O. 1996. Osmotic dehydration kinetics of pineapple wedges using palm sugar. *Lebensm.-Wiss. u-Tecnnol*. 29: 452-459.
- Mujica-Paz, H., Valdez-Fragoso A., Lopez-Malo A., Palou E. and Welti-Chanes J. 2003. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *Journal of Food Engineering*. 57(4): 305-314.
- Silveira, E.T.F., Rahman M.S. and Buckle K.A. 1996. Osmotic dehydration of pineapple: kinetics and product quality. *Food Research International*. 29(3-4): 227-233.
- Shi, X.Q., Fito P. and Chiralt A. 1995. Influence of vacuum treatment on mass transfer during osmotic dehydration of fruits. *Food Research International*. 28(5): 445-454.
- Lombard, G.E., Oliveira J.C., P. Fito and Andres A. 2008. Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. *Journal of Food Engineering*. 85: 277-284.
- Baret, J.M. Lioria R., Chiralt A. and Fito P.





1998. Vacuum Impregnation: A useful tool in candied fruit/vegetables Processing. In *3rd Karlsruhe Symposium: European Research towards Safer and Better Food*. Proceedings Part. 2: 371-376.
- 14 Moreno, J., Bugueño, G., Velasco, V., Petzold, G. and Tabilo-Munizaga, G. 2004. Osmotic dehydration and vacuum impregnation on physicochemical properties of Chilean Papaya (*Carica candamarcensis*). *Journal of Food Science*. 69(3): 102-106.
- 15 Deng Y. and Zhao Y. 2008. Effects of pulsed-vacuum and ultrasound on the osmodehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). *Journal of Food Engineering* 85 : 84–93.
- 16 Riva, M. Stefano C. Alexa Avitabile L., Andrea M. and Torreggiani D. 2005. Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. *Food Research International*.38: 533-542.

