ผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคุณภาพของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

Effect of sucrose concentration and osmotic dehydrated temperature on quality of dried osmotic dehydrated coconut

พราวตา จันทโร[1*] สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง[1] รัชนี เจริญ[2] และ ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์[3]

Prawta Chantaro[1*] Supannikar Sribuathong[1] Ratchanee Chareon[2] and Parisut Chalermchaiwat[3]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 272 หมู่ 9 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง สุราษฎร์ธานี 84100

[2]ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 129 หมู่ 21 ตำบลเนินหอม อำเภอเมือง ปราจีนบุรี 25230

[3]สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคุณภาพของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง นำมะพร้าว (รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 1 เซนติเมตร) ที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 55 65 และ 75 ที่อุณหภูมิ 25 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และอบแห้งที่ 58 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง วัดคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายซูโครสมีผลทำให้ปริมาณกรดและค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (a_w) ของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งลดลง แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มไม่ส่งผลต่อปริมาณความชื้นในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง ความสว่างของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายซูโครสเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัส ความหวาน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมแก่มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสเข้มข้นร้อยละ 65 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สูงที่สุด มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 6 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์รา 1.4×10^3 และ 62 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งยังคงอยู่ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน

คำสำคัญ : มะพร้าว การแช่อิ่มอบแห้ง ซูโครส อุณหภูมิ คุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ที่อยู่ติดต่อ โทรศัพท์: 077-913333 ต่อ 1260 โทรสาร: 077-913367
E-mail: prawta.cha@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The objective of this research was to study the effects of sucrose concentration and osmotic dehydrated temperature on the quality of dried osmotic dehydrated coconut. Coconut cubes (1 cm^3) were blanched in hot water at 95 ℃ for 5 min before soaking in various sucrose concentrations (55, 65 and 75 °Brix) at 25 and 45 ℃ for 24 h, then drying at 58±1 ℃ for 20 h. Physical, chemical and sensory qualities were investigated. The result revealed that acidity and water activity of dried osmotic dehydrated coconut decreased whereas total soluble solid increased with an increase in sucrose concentration. Sucrose concentration and soaking temperature did not affect on the moisture content of dried coconut. Lightness of dried coconut also decreased with the increase in sucrose concentration. The liking scores of texture, sweetness and overall liking scores in dried coconut were significantly different ($p<0.05$). The highest overall liking score was obtained in dried osmotic dehydrated coconut which was soaked in 65 °Brix of sucrose at 25 ℃. Total plate count, yeasts and molds of dried osmotic dehydrated coconut keeping at 5 ℃ for 6 weeks were 1.4×10^3 and 62 cfu/g of sample, respectively, which is corresponding to the specification of Thai Community Product Standard.

Keywords : Coconut, Dried osmotic dehydrated, Sucrose, Temperature, Quality

1. บทนำ

มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งในตระกูลปาล์ม ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ผลของมะพร้าวประกอบด้วยเอพิคาร์ป (Epicarp) คือเปลือกนอก ถัดจากนั้นเป็นมีโซคาร์ป (Mesocarp) หรือใยมะพร้าว เอนโดคาร์ป (Endocarb) หรือกะลามะพร้าว จากนั้นจะเป็นเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) หรือเนื้อมะพร้าว และมีน้ำมะพร้าวอยู่ภายในเนื้อมะพร้าว [1]

ประเทศที่ผลิตมะพร้าวได้มากที่สุดในโลก คือ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และอินเดีย ตามลำดับ โดยที่ประเทศไทยผลิตได้เป็นอันดับที่ 6 ของโลก มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวประมาณ 2.5 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ยต่อปี 1.35 ล้านตัน [1] ซึ่งปลูกมากในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราช คนไทยรู้จักมะพร้าวมาช้านานเนื่องจากมะพร้าวเป็นส่วนประกอบของอาหารคาวหวานที่สำคัญของไทย ข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติรายงานว่าคนไทยบริโภคเนื้อมะพร้าวปีละประมาณ 8 กิโลกรัมต่อคน ซึ่งมะพร้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทยร้อยละ 65 จะใช้บริโภคภายในประเทศ ส่วนที่เหลือใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมหลักๆ ได้แก่ มะพร้าวแห้ง น้ำมันมะพร้าว กะทิเข้มข้น มะพร้าวขูดแห้ง และน้ำตาลมะพร้าว เป็นต้น [1] ช่วงปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน ในปี 2555 ที่ผ่านมา เกิดเหตุชาวสวนมะพร้าวประท้วง เนื่องจากราคามะพร้าวตกต่ำเหลือเพียงผลละประมาณ 3 บาท จากเดิมต้นปี 2554 ชาวสวนมะพร้าวขายมะพร้าวได้สูงถึงผลละ 20 บาท [2] สำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานีแก้ปัญหาราคามะพร้าวตกต่ำโดยใช้งบประมาณเกือบ 7 ล้านบาท แทรกแซงตลาดมะพร้าวด้วยการรับซื้อมะพร้าวแห้งความชื้นร้อยละ 5 ในราคากิโลกรัมละ 21 บาท ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 [3] ดังนั้นการนำมะพร้าวมาแปรรูปโดยการแช่อิ่มอบแห้งเป็นการสร้างแนวทางให้แก่เกษตรกรในการแปรรูปมะพร้าวเพื่อแก้ปัญหาราคามะพร้าวตกต่ำและเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ รวมถึงยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและการตลาดทั้งในและต่างประเทศ โดยที่ผ่านมาประเทศไทยมีการส่งออกผลไม้แช่อิ่มอบแห้งไปจำหน่ายในต่างประเทศเป็นจำนวนมาก สำนักพัฒนาการค้าและธุรกิจการเกษตรและอุตสาหกรรม (2558) รายงานการส่งออกผลไม้สด แช่เย็น แช่แข็ง และอบแห้ง ในเดือนมกราคม 2558 มีปริมาณ 107,666 ตัน คิดเป็น 82.59 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.39 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีที่ผ่านมา [4]

การแช่อิ่มอบแห้งผลไม้เป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นการดึงน้ำออกจากผลไม้โดยกระบวนการออสโมติก คือการแช่ชิ้นผลไม้ในสารละลายที่มีแรงดันออสโมติกสูง (Hypertonic solution) เพื่อลดค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (Water activity : a_w) ให้ต่ำลง ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ส่งผลให้สามารถเก็บผลไม้ได้นานขึ้นและมีไว้บริโภคนอกฤดูกาล นอกจากนี้กระบวนการแช่อิ่มและอบแห้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลไม้เนื่องจากสามารถจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศได้ ทั้งนี้คุณภาพของผลไม้แช่อิ่มอบแห้งควรจะมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ ไม่คล้ำ ไม่ซีดและไม่เกิดสีแปลกปลอม ซึ่งคุณภาพของผลไม้แช่อิ่มอบแห้งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน

ความเข้มข้นของสารละลายเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระบวนการแช่อิ่มซึ่งมีผลต่อการถ่ายเทมวล โดยความเข้มข้นของสารละลายยิ่งสูงทำให้มี การเพิ่มขึ้นของของแข็งในเซลล์ Khoyi และคณะ ได้ทำการศึกษาผลของความเข้มข้นซูโครสที่ใช้ในกระบวนการแช่อิ่มต่อการถ่ายเทมวล โดยศึกษาในตัวอย่างแอพปริคอต เปรียบเทียบสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 60 และ 70 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีค่าการเพิ่มขึ้นของของแข็งมากกว่าที่ความเข้มข้นที่ต่ำกว่า เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นทำให้ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาลและของน้ำภายนอกและภายในเซลล์ผลไม้มีค่าสูง จึงมีผลให้มีแรงขับเคลื่อนออสโมติกสูงขึ้นการถ่ายเทมวลจึงเกิดได้เร็ว [5]

นอกจากนี้อุณหภูมิของสารละลายเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพราะว่าจะมีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลสาร การเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายจะทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนไปทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างบางส่วนของผนังเซลล์ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลสและเพคตินที่ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านอ่อนตัวลง [6] จึงมีผลทำให้การซึมผ่านเข้าออกของน้ำและออสโมติกเอเจนต์ที่อุณหภูมิสูงเกิดได้ดีและเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ [7] และที่อุณหภูมิสูงนี้ ความสามารถในการแพร่กระจายของสารดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ [8] ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคุณภาพของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

คัดเลือกมะพร้าวพันธุ์หนักควบคุมความหนาของเนื้อมะพร้าวที่นำมาใช้ให้มีความหนาใกล้เคียงกัน (1.0 – 1.2 เซนติเมตร) ปอกและตัดเนื้อมะพร้าวเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 1 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที โดยอัตราส่วนมะพร้าวต่อน้ำลวกเท่ากับ 1:5 หลังจากทำให้สะเด็ดน้ำแล้วแช่มะพร้าวในสารละลายซูโครส (เติมกรดซิตริกร้อยละ 0.2) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 55 65 และ 75 นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 และ 45 องศาเซลเซียส โดยอัตราส่วนระหว่างมะพร้าวต่อสารละลายซูโครสเท่ากับ 1:2 อบแห้งที่อุณหภูมิ 58 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง และวัดค่าคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ปริมาณความชื้น : ปั่นตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในจานอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว และอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ความดันต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท นาน 15 ชั่วโมง เก็บในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก และคำนวณปริมาณความชื้น ตามวิธีที่ 934.06 ของ AOAC (2000) [9]

ค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (a_w) : ปั่นมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งประมาณ 3 - 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยเพื่อวัดค่าวอเทอร์แอกทิวิตีโดยใช้เครื่องวัดวอเทอร์แอกทิวิตี (รุ่น CH-8303, Rotronic, Switzerland)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Total soluble solid) : ชั่งตัวอย่าง 40 กรัม และเติมน้ำกลั่นปริมาณ 180 กรัม (อัตราส่วนมะพร้าวต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1 : 5.5) จากนั้นปั่นตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสม 2 นาที และกรองน้ำในตัวอย่างออกมาด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเครื่อง Hand Refractometer (Now, Tokyo, Japan) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและคำนวณค่าปริมาณร้อยละของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดของตัวอย่างโดยคูณกับ Factor เท่ากับ 5.5 [10 - 11]

ค่าสี : นำตัวอย่างมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งจำนวน 10 ชิ้น วัดค่าสีในระบบ CLE *L**, *a** และ *b** ด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น Color Flex, Hunter lab, VA, USA) โดยวัดค่าการสะท้อนแสงที่มุม 10° ความยาวคลื่น 360 – 780 นาโนเมตร เลือกแหล่งกำเนิดแสง D_{65} เป็นแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน

ค่าความแข็ง (Hardness) : วัดค่า Shear force ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA.XT plus, YL, UK.) โดยใช้หัวตัด Warner Bratzler Blade ตัดตัวอย่างให้ขาด ความเร็วของหัวตัด 0.5 มิลลิเมตร/วินาที (ความเร็วก่อนวัดและหลังวัดเท่ากับ 1 และ 5 มิลลิเมตร/วินาที ตามลำดับ) [12] บันทึกค่า Shear force หน่วยเป็นกิโลกรัม

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด : วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีไตเตรทตามวิธีของ Lane – Eynon การไทเทรตตัวอย่างใช้หลักการเกิดรีดักชันของคอปเปอร์โดยน้ำตาลจะรีดิวซ์คิวปริคไอออน (Cu^{2+}) ในสารละลาย Fehling ให้เป็นคิวปรัสไอออน (Cu^{+}) ซึ่งเป็นตะกอนสีแดงอิฐไม่ละลายน้ำ ดังนั้นปริมาตรน้ำตาลที่แน่นอนที่ใช้ทำปฏิกิริยากับสารละลาย Fehling จึงหาได้จากการไทเทรต (ซึ่งสารละลายที่ทำปฏิกิริยากันต้องอยู่ในขณะเดือดและใช้เมทธิลีนบูลเป็นอินดิเคเตอร์) ตามวิธีของ AOAC (2000) [9]

ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด : มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง 40 กรัม และเติมน้ำ 180 กรัม ปั่นให้ละเอียด 2 นาที และกรองน้ำในตัวอย่างออกมาด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น pH 720, Inolab, Germany) และวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีไทเทรตด้วย NaOH ความเข้มข้น 0.1 N ตามวิธี AOAC (2000) [9]

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส : ทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) ที่มีต่อมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 5 = เฉยๆ และ 9 = ชอบมากที่สุด)

2.3 การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์

เลือกตัวอย่างมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งจากการทดลองในข้อ 2.2 ที่ได้คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคสูงที่สุดมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยบรรจุมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีนชนิดหนา เก็บที่อุณหภูมิ 5 25 และ 40 องศาเซลเซียส นาน 6 สัปดาห์ สุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา ทุกๆ 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด : ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่ในสารละลายบัพเฟอร์ 90 มิลลิลิตร ตีป่นด้วยเครื่อง Stomacher ความเร็วปานกลาง นาน 60 วินาที เจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมอย่างน้อย 3 ระดับ จากนั้นทำการเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 2 ชั่วโมง ตามวิธีของ BAM (2001) [13]

ปริมาณยีสต์และรา : ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่ในสารละลายบัพเฟอร์ 90 มิลลิลิตร ตีป่นด้วยเครื่อง stomacher ความเร็วปานกลาง นาน 60 วินาที เจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมอย่างน้อย 3 ระดับ จากนั้นทำการเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ตามวิธีของ BAM (2001) [13]

2.4 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ 3×2 Factorial in CRD (Completely Randomized Design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ver. 21

3. ผลและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 คุณภาพด้านเคมี

ความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อปริมาณความชื้น ค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (a_w) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งแสดงในตารางที่ 1 โดยช่วงความเข้มข้นสูงสุดของซูโครสที่นำมาศึกษา (ร้อยละ 75) เป็นช่วงความเข้มข้นที่ซูโครสยังไม่ตกผลึก จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของซูโครส (ร้อยละ 55 65 และ 75) และอุณหภูมิในการแช่อิ่ม (25 และ 45 องศาเซลเซียส) ไม่ส่งผลให้ปริมาณความชื้นในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยที่มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 6.41 – 7.38 อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในระหว่างการแช่อิ่มสูงขึ้น เหตุผลที่ปริมาณความชื้นในตัวอย่างมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากหลังจากแช่ในสารละลายซูโครสแล้วมะพร้าวถูกอบแห้งที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง ซึ่งนานพอที่จะส่งผลให้ปริมาณความชื้นในมะพร้าวลดลงจนมีปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน

ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของซูโครสมีผลทำให้ค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการแช่อิ่มไม่มีผลต่อค่า a_w ของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง ($p \geq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่ม ($p \geq 0.05$) โดยที่ค่า a_w ลดลงจาก 0.73 - 0.74 เป็น 0.68 - 0.69 เมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75

ในส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 1) แต่อุณหภูมิในการแช่อิ่มที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) และไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่ม ($p \geq 0.05$) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเพิ่มจากร้อยละ 35.48 – 36.54 เป็นร้อยละ 39.01 – 41.16 เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซูโครสจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากความเข้มข้นของซูโครสที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแตกต่างของแรงดันออสโมซิสสูงขึ้น [14] ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลสาร กล่าวคือการแพร่ของน้ำออกจากชิ้นมะพร้าวและการแพร่ของซูโครสเข้าไปในชิ้นมะพร้าวมีค่าเพิ่มขึ้นและมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่า a_w ต่ำลง อย่างไรก็ตามการใช้สารละลายออสโมติกที่มีความเข้มข้นมากเกินไปก็สามารถทำให้การถ่ายเทมวลสารลดลงได้ เนื่องจากสารละลายที่มีความเข้มข้นมากมักมีความหนืดสูงและอาจเกิดชั้นบางๆ ที่ผิวของวัตถุดิบซึ่งอาจจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำและตัวถูกละลายออสโมติกได้ นอกจากนี้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการแช่อิ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความดันออสโมติกของสารละลายเพิ่มสูงขึ้น และโครงสร้างของผนังเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านอ่อนตัวลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น [14]

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นของซูโครสส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิในการแช่อิ่มส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่ม ($p \geq 0.05$) ที่อุณหภูมิในการแช่อิ่ม 25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงจาก 2.02 เป็น 0.80 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงจาก 2.98 เป็น 1.69 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม เมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเร็วในการไฮโดรไลซิสของน้ำตาลซูโครส (ด้วยกรดซิตริกที่เติมไปในสารละลายซูโครส) ไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสและฟรักโทส) ลดลงเมื่อความเข้มข้นของซูโครสสูงขึ้น [15] และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการแช่อิ่มสูงขึ้นเนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้การไฮโดรไลซิสของน้ำตาลซูโครสไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์เกิดได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2 พบว่า อุณหภูมิในการแช่อิ่มที่ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของซูโครสไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (16.45 – 17.15 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม) แต่ที่อุณหภูมิในการแช่อิ่ม 45 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเพิ่มขึ้นจาก 16.28 เป็น 18.37 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม เมื่อความเข้มข้นซูโครสเพิ่มจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75 เนื่องจากแรงดันออสโมติกของสารละลายซูโครสเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่ม ($p<0.05$)

ผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบกับกรดซิตริก) ในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้จากการไทเทรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มขึ้น ค่า pH เพิ่มขึ้นและปริมาณกรดทั้งหมดลดลง อาจเนื่องจากในระหว่างการแช่อิ่มน้ำตาลฟรักโทส (น้ำตาลรีดิวซ์) เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็น 5-hydroxymethylfurfural (HMF) จากปฏิกิริยา acid-catalyzed conversion ซึ่ง HMF ที่เกิดขึ้นอาจมีการรวมตัวกับน้ำเกิดเป็นกรด levulinic และกรด formic ส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นและค่า pH ลดลง [16] โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นซูโครสร้อยละ 55 จะพบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ประมาณ 2 -3 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม (ตารางที่ 2) ค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 4.46 – 4.92 เป็น 5.31 – 5.34 และปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดซิตริกลดลงจาก 0.20 เป็น 0.13 กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม เมื่อความเข้มข้นของซูโครสเพิ่มจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75

3.2 คุณภาพด้านกายภาพ

ผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อค่าสี (L^*, a^* และ b^*) แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มไม่มีผลทำให้ค่า L^* (ความสว่าง) ค่า a^* (ความเป็นสีแดง) และค่า b^* (ความเป็นสีเหลือง) แตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) โดยที่ค่า L^*, a^* และ b^* มีค่าอยู่ในช่วง 81.32 – 83.71, -0.84 – -0.60 และ 9.61 – 10.80 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่า L^* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่า b^* (ความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มเพิ่มขึ้น อาจจะเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (ปฏิกิริยาเมลลาร์ด) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซ์กับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีนและจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล ซึ่งอัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อลักษณะเนื้อสัมผัสในรูปของค่าแรงเฉือนสูงสุดที่ใช้ในการตัดมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ค่าแรงเฉือนสูงสุดที่ใช้ในการตัดชิ้นมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งให้ขาดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อผันแปรความเข้มข้นของสารละลายซูโครสที่ใช้ในการแช่อยู่ในช่วงร้อยละ 55 – 75 นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่อิ่มมะพร้าวที่ 25 และ 45 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อค่าแรงเฉือนด้วยเช่นกัน โดยที่ค่าแรงเฉือนที่ใช้ในการตัดมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งอยู่ในช่วง 15.24 – 16.37 กิโลกรัม

3.3 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

ผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภคจำนวน 50 คน ที่มีต่อมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า คะแนนความชอบของผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏและสี กลิ่น และกลิ่นรสของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งไม่มีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เมื่อความเข้มข้นของซูโครส (ร้อยละ 55 65 และ 75) และอุณหภูมิในการแช่อิ่ม (25 และ 45 องศาเซลเซียส) แตกต่างกัน โดยคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏและสีอยู่ในช่วง 7.04 – 7.22 (ชอบปานกลาง) ด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 6.46 – 6.62 (ชอบเล็กน้อย) และด้านกลิ่นรสอยู่ในช่วง 6.76 – 7.08 (ชอบปานกลาง) สำหรับในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ความหวาน และความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนความชอบที่ได้จากผู้บริโภคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มแตกต่างกัน โดยมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 65 และอุณหภูมิในการแช่อิ่ม 25 องศาเซลเซียส ได้คะแนนความชอบสูงสุดในด้านเนื้อสัมผัส (7.04 : ชอบปานกลาง) ในส่วนคะแนนความชอบด้านความหวาน พบว่า คะแนนความชอบของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าคะแนนเพิ่มจาก 5.72 – 5.96 (ชอบเล็กน้อย) เป็น 6.82 – 7.28 (ชอบปานกลาง) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายซูโครสเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 65 หรือร้อยละ 75 และมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 65 ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในช่วง 7.34 – 7.42 (ชอบปานกลาง)

3.4 คุณภาพด้านจุลินทรีย์

มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งได้จากการเตรียมโดยแช่มะพร้าวในสารละลายซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 65 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 58 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง ถูกนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากผู้บริโภค จากการศึกษาพบว่ามะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราเริ่มต้น 2.6×10^2 และ 12 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6) หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้เร็วเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูง และปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 6 โดยหลังจากการเก็บ 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งเท่ากับ 1.4×10^3 และ 62 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [18] ที่กำหนดว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราจะต้องไม่เกิน 1×10^4 และ 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ สำหรับการเก็บที่อุณหภูมิ 25 และ 40 องศาเซลเซียส พบการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งสามารถเก็บได้นานมากกว่า 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บได้ 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเก็บได้น้อยกว่า 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ความเข้มข้นของสารละลายซูโครสที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น ค่าสี (L^*, a^* และ b^*) และลักษณะเนื้อสัมผัส แต่มีผลให้ค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (a_w) น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดทั้งหมดลดลง ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลทั้งหมด และค่า pH เพิ่มขึ้น โดยที่มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครสเข้มข้นร้อยละ 65 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคสูงที่สุด ในส่วนของอุณหภูมิในการแช่อิ่ม พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ค่าสี (L^*, a^* และ b^*) ลักษณะเนื้อสัมผัส น้ำตาลทั้งหมด ค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด และคะแนนความชอบของผู้บริโภค แต่ส่งผลต่อน้ำตาลรีดิวซ์โดยพบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น

กระบวนการผลิตมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งในการวิจัยครั้งนี้ไม่มีการใช้สารเคมีชนิดใดจึงทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องค่อนข้างสั้น ดังนั้นหากต้องการให้มะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น ควรเตรียมมะพร้าวเบื้องต้นด้วยการแช่มะพร้าวในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนแช่ในสารละลายซูโครส เนื่องจากสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เป็นสารในกลุ่มซัลไฟต์ที่นิยมใช้ในอาหารแห้งเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันปฏิกิริยาสีน้ำตาล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีสำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง (References)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] อังคณา สุวรรณกูฎ. 2556ก. มะพร้าว ณ สมุย. *ผลิใบ*. กรมวิชาการเกษตร. จตุจักร กรุงเทพมหานคร. [Ungkana Suwankot. 2013a. Coconut at Samui. *Tear leaves*. Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok. (in Thai)]

[2] อังคณา สุวรรณกูฎ. 2556ข. มะพร้าวนอก มะพร้าวใน. ผลิใบ. กรมวิชาการเกษตร. จตุจักร กรุงเทพมหานคร. [Ungkana Suwankot. 2013b. The coconut-coconut. *Tear leaves*. Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok. (in Thai)]

[3] ASTV ผู้จัดการออนไลน์. 2555. สุราษฎร์ฯ ใช้งบเกือบ 7 ล้านแก้ปัญหามะพร้าวตกต่ำ. แหล่งข้อมูล : http://www.manager.co.th/South/ViewNews.aspx?NewsID=9550000110891. ค้นเมื่อ วันที่ 1 ตุลาคม 2556. [ASTV Manager Online. 2012. Surat has spent nearly seven million coconut solutions depressed prices. Source : http://www.manager.co.th/South /ViewNews.aspx?NewsID=9550000110891. Access data on 1 October 2013. (in Thai)]

[4] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2558. สินค้าผัก ผลไม้สด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง. เข้าถึงได้จาก : www.ditp.go.th. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2558. [Department of International Trade Promotion, Ministry of commerce. 2015. Fresh, Chilled, Frozen and Dried Vetgetable and Fruit. Source : www.ditp.go.th. Access data on 1 November 2015. (in Thai)]

[5] Khoyi, M.R. and Hesari, J. 2007. Osmotic dehydration kinetics of apricot using sucrose solution. *Journal of Food Engineering*, 78, 1355–1360.

[6] Rahman, M.S. and Lamb, J. 1991. Air drying behavior of fresh and osmotically dehydrated pineapple. *Journal of Food Process Engineering*, 14, 163-171.

[7] Pongting, J.D. Watters, G.G., Forrey, R.R., Jackson, R. and Stanley, W.L. 1996. Osmotic dehydration of fruits. *Food Technology*, 20, 125-128.

[8] Beristian, G.R., Azuara, E., Cortes, R. and Garcia, H.S. 1990. Masstransfer during osmotic dehydration of pineapple ring. *Journal of food science and technology*, 25, 576-581.

[9] Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed., Vol. 2, Washington, D.C.

[10] Bartolomé, P.A., Rupérez, P. and Fúster, C. 1996. Non-volatile organic acids, pH and titratable acidity changes in pineapple fruit slices during frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70, 475-480.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] Tovar, B., García, H.S. and Mata, M. 2005. Evolution of carbohydrates of pre-cut mango slices subjected to osmotic dehydration. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 181-186.

[12] Chockchaisawasdee, S., Mounsey, J.S. and Costas, E. 2010. Textural and rheological characteristics of sun-dried banana traditionally prepared in the North-East of Thailand. *Food Science and Technology Research*, 16, 1-4.

[13] BAM. 2001. *Food and Drug Administration Bacteriology Analytical Manual*. 8th ed., AOAC International, USA.

[14] Madaeni, S. and Zereshki, S. 2010. Engery consumption for sugar manufacturing. Part I: Evaporation versus reverse osmosis. *Energy Conversion and Management*, 51, 1270-1276.

[15] Nelson, J.M. and Schubert, M.P. 1928. Water concentration and the rate of hydrolysis of sucrose by invertase. *Journal of the American Chemistry Society*, 50, 2188-2193.

[16] กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2531. น้ำตาลฟรุคโตสคุณสมบัติและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง. *วารสารน้ำตาล*, 24, 17-30. [Klanarong Sriroth. 1988. Fructose : Properties and related technology. *Journal of Sugar*, 24, 17-30. (in Thai)]

[17] นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. *เคมีอาหาร*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. [Nithiya Rattanapanont. 2000. *Food Chemistry*. 4th ed, Odean Store Publisher, Bangkok (in Thai)]

[18] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2550. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้แห้ง*. มผช. 136-2546. [Thai Community Product Standard. 2007. *Thai Community Product Standard 136/2003* (in Thai)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ผลของความเข้มข้นของซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อปริมาณความชื้น ค่าวอเทอร์แอกทิวิตี (a_w) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ความเข้มข้นซูโครส (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น^{ns} (ร้อยละ)	ค่า a_w	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (ร้อยละ)
55	25	7.38 ± 0.99	0.74 ± 0.02^{a}	35.48 ± 2.45^{c}
55	45	6.89 ± 0.67	0.73 ± 0.03^{ab}	36.54 ± 2.85^{bc}
65	25	7.08 ± 1.21	0.73 ± 0.04^{ab}	36.23 ± 2.91^{bc}
65	45	6.66 ± 1.04	0.72 ± 0.01^{abc}	36.79 ± 2.42^{bc}
75	25	6.42 ± 0.77	0.68 ± 0.06^{c}	39.01 ± 1.47^{ab}
75	45	6.41 ± 0.72	0.69 ± 0.05^{bc}	41.16 ± 2.51^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
ตัวอักษร ^{ns} หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ความเข้มข้นซูโครส (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม)	น้ำตาลทั้งหมด (กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม)
55	25	2.02 ± 0.29^{b}	17.15 ± 0.76^{b}
55	45	2.98 ± 0.14^{a}	16.28 ± 0.82^{b}
65	25	1.52 ± 0.06^{c}	16.51 ± 1.05^{b}
65	45	2.27 ± 0.23^{b}	16.82 ± 0.16^{b}
75	25	0.80 ± 0.09^{d}	16.45 ± 0.25^{b}
75	45	1.69 ± 0.03^{c}	18.37 ± 0.83^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 ผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ความเข้มข้นซูโครส (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	ปริมาณกรด (กรัม/ตัวอย่าง 100 กรัม)
55	25	4.46 ± 0.17^{c}	0.19 ± 0.02^{a}
55	45	4.92 ± 0.12^{b}	0.20 ± 0.03^{a}
65	25	5.44 ± 0.19^{a}	0.16 ± 0.02^{b}
65	45	5.32 ± 0.18^{a}	0.14 ± 0.01^{bc}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

75	25	5.34 ± 0.31[a]	0.13 ± 0.01[c]
75	45	5.31 ± 0.24[a]	0.13 ± 0.00[c]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อค่าสี (*L**, *a** และ *b**) และค่าแรงเฉือนของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ความเข้มข้นซูโครส (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	*L** ns	*a** ns	*b** ns	ค่าแรงเฉือน ns (กิโลกรัม)
55	25	83.71 ± 0.69	-0.60 ± 0.09	9.61 ± 1.73	16.05 ± 1.41
55	45	83.19 ± 0.31	-0.70 ± 0.19	9.86 ± 1.11	16.37 ± 0.96
65	25	82.79 ± 1.18	-0.84 ± 0.13	9.94 ± 1.42	15.24 ± 2.15
65	45	82.86 ± 1.17	-0.70 ± 0.17	9.93 ± 1.12	15.40 ± 1.88
75	25	81.83 ± 1.12	-0.76 ± 0.05	10.13 ± 0.80	15.92 ± 1.49
75	45	81.32 ± 0.65	-0.68 ± 0.15	10.80 ± 0.62	15.45 ± 1.18

หมายเหตุ : ตัวอักษร ns หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 5 ผลของความเข้มข้นของสารละลายซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้ง

ความเข้มข้นซูโครส (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ลักษณะปรากฏ/สี ns	กลิ่น ns	กลิ่น-รส ns	เนื้อสัมผัส	ความหวาน	ความชอบโดยรวม
55	25	7.04±1.07	6.54±1.09	6.82±0.87	6.26±1.59[b]	5.96±1.34[b]	6.70±1.09[b]
55	45	7.10±0.82	6.46±1.05	6.98±0.93	6.44±1.64[a]	5.72±1.37[b]	6.64±1.20[b]
65	25	7.10±0.99	6.54±1.20	7.08±0.96	7.04±1.14[a]	6.82±0.89[a]	7.42±0.88[a]
65	45	7.22±1.18	6.52±1.11	7.06±1.01	6.32±1.70[b]	7.10±1.01[a]	7.34±1.08[a]
75	25	7.08±1.35	6.54±1.14	6.78±1.01	6.28±1.71[b]	7.02±1.11[a]	7.08±1.12[ab]
75	45	7.12±1.15	6.62±1.03	6.76±0.94	6.70±1.36[a]	7.28±1.32[a]	6.84±1.30[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
ตัวอักษร ns หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม)
เริ่มต้น	-	2.6×10^2	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	2	4.2×10^2	20
	4	7.0×10^2	35
	6	1.4×10^3	62
25	2	7.5×10^2	55
	4	7.5×10^3	1.0×10^2
	6	-	-
40	2	9.5×10^2	89
	4	1.0×10^4	5.1×10^2
	6	-	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่ทำการทดสอบเนื่องจากมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งมีการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้