รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรีต่ำ

   กิจกรรม : การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวาน

   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การผลิตผลไม้อบแห้งให้แคลอรีต่ำ

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : **-**

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	: นางสาวสุรีย์รัตน์ รักเหลือ	กวป.
ผู้ร่วมงาน	: นางสาวจารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	กวป.
	นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	กวป.
	นายประยูร เอ็นมาก	กวป.
	นางสาวปาริชาติ อยู่แพทย์	กวป.

5. **บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยภายใต้โครงการผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแคลอรี่ต่ำ ซึ่งการทดลองการผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งแคลอรี่ต่ำนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณพลังงานจากการบริโภคน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ใช้ในการแช่อิ่มผลไม้อบแห้งทั่วไป โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการออสโมซิสผลไม้แช่อิ่มอบแห้งด้วยน้ำตาลชนิดอื่นซึ่งเป็นน้ำตาลแคลอรี่ต่ำแทนการใช้น้ำตาลซูโครส ซึ่งน้ำตาลที่เลือกใช้ประกอบด้วย น้ำตาลอิริทริทอล (Erythritol) มอลทิทอล (Maltitol) และกลีเซอรีน (Glycerin) ร่วมกับการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานชนิด รีบาวดิโอไซด์ เอ 97% (Rebaudioside A 97%) ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้เป็นน้ำตาลมาจากธรรมชาติ โดยศึกษาการแช่อิ่มอบแห้งของผลไม้ 2 ชนิด คือ มะม่วง และ เงาะ โดยมะม่วงจะแปรอัตราส่วนของสารละลายออสโมติกเป็นดังนี้ น้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน ที่ความเข้มข้นรวม 60 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริกที่ความเข้มข้นรวม 60% พบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้สารละลายน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริกและสารสกัดจากหญ้าหวาน มีความชื้นต่ำกว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงชนิดเดียว และสามารถลดระยะเวลาในการอบจาก 15 ชั่วโมงเหลือ 10 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีสีที่น่ารับประทานมากกว่า โดยสารละลายออสโมติกความเข้มข้น 60% จากอัตราส่วนน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 ตามลำดับ สามารถลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นมะม่วงได้มากที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น 11.26 % และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเพียง 0.31 มีปริมาณของแข็งในเนื้อมะม่วง 67.67 Brix นอกจากนี้ยังมีความชอบด้านต่างๆ คือ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใกล้เคียงกับการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติก คือ 4.96 4.56 4.26 และ 4.67 คะแนนจากคะแนนทั้งหมด 7 คะแนน และมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่สูงกว่าการแช่ในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลซูโครส สำหรับเงาะสารละลายออสโมติกประกอบด้วยน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกที่ความเข้มข้นรวม 40% และน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกที่ความเข้มข้นรวม 40% เปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก พบว่าสารละลายออสโมติกจาก น้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำ ที่ 23.5 : 16 : 0.5 และ 19.5 : 20 : 0.5 : 60 ตามลำดับ ช่วยลดปริมาณน้ำอิสระออกจากเนื้อเงาะได้มากกว่าสารละลายซูโครส โดยสำหรับเงาะจะไม่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเนื่องจากเนื้อเงาะมีรสหวานอยู่แล้ว เมื่อใช้ร่วมกับสารสกัดจากหญ้าหวานทำให้เงาะแช่อิ่มอบแห้งมีรสหวานมากไปไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้ทดสอบ สารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก ที่ 19.5 : 20 : 0.5 สามารถลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นเงาะได้มากที่สุด ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด คือ 16.43% และ 0.57 มีปริมาณของแข็งในเนื้อเงาะมากที่สุด คือ 66 Brix และยังได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงสุด คือ 5.05 5.0 และ 4.62 คะแนน จาก 7 คะแนน สำหรับน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกที่ความเข้มข้นรวม 40% น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำ ที่ 31.5 : 8 : 0.5 : 60 และ 27.5 : 12 : 0.5 : น้ำ 60 มีค่าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าสารละลายออสโมติกจากสารละลายซูโครส โดยอยู่ในช่วง 16.27 ถึง 17% นอกจากนี้ในทุกกรรมวิธียังมีสีที่น่ารับประทานมากกว่าด้วย เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า สารละลายออสโมติกในอัตราส่วน น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 มีความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด คือ 5.0 4.96 4.84 และ 4.88 คะแนนจาก 7 คะแนน เมื่อวิเคราะห์ค่าพลังงานของผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง พบว่า มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งมีพลังงานลดลง 5.76 % มีต้นทุนสูงกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส 196.58% และเงาะแช่อิ่มอบแห้งพลังจากสารละลายออสโมติกน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนมีค่าพลังงานลดลง 6.44% มีต้นทุนมากกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรใช้ซูโครสปกติ 47.61% ซึ่งผลไม้แช่อิ่มอบแห้งทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง

Abstract

This research is under the Low Calorie Project. Which the experiment was studied for producing this low-calorie dried compote. It aims to reduce the calories from sucrose consumption. The optimum conditions for osmosis of compote dried fruits with other types of sugar instead of sucrose were studied such as Erythritol, Maltitol and Glycerin combined with stevia extract (Rebaudioside A 97%), these sugars are natural sugars. The dried compotes were studied mango and rambutan, where the mango used erythritol sugar with glycerin citric acid and Rebaudioside at a total concentration of 60% as an osmotic solution to compare with

sucrose and citric acid as an osmotic solution. It was found that the dehydrated mango compote, which used Erytritol sugar with glycerin, citric acid and rebaudioside A 97 as an osmotic solution had lower moisture content than using sucrose and citric acid as an osmotic solution. And can reduced the baking time from 15 hours to 10 hours, in addition, they have more appetizing colors than sucrose and citric acid as an osmotic solution. The osmotic solution of 60% total concentration consisted of Erythritol : Glycerin: Citric acid : Rebaudioside A 97 : Water were 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 respectively. The dried mango had a moisture content of 11.26% and the lowest free water content of 0.31 and had a solid content of 67.67 Brix. The score of color, flavor, texture and overall liking were close to the product of sucrose as an osmotic solution. There were 4.96, 4.56, 4.26, and 4.67 from the total score of 7 points and had a higher appearance score than sucrose. For rambutans, the 2 type osmotic solution contains the 1st were erythritol with glycerin and citric acid and the 2nd were maltitol with glycerin and citric acid at a total concentration of 40% compared with sucrose and citric acid used as an osmotic solution. They were found that the dehydrated rambutan compote used the osmotic solution from Erythritol: Glycerin : Citric acid : Water at 23.5 : 16 : 0.5 : 60 and 19.5 : 20: 0.5: 60 respectively, reduced the free water from the rambutan more than sucrose osmotic solution. For the rambutan, rebaudioside A 97 would not be used in osmotic solutions because it made the dried rambutan tastes too sweet and not to be liked by the tester. The best osmotic solution from erythritol sugar : glycerin : citric acid : water at 19.5: 20: 0.5 : 40 reduced the water content and had the lowest moisture content and free water content of 16.43% and 0.57, the highest solid content of rambutan 66 Brix. In addition to the highest sensory test scores for appearance, color and overall preference were 5.05, 5.0 and 4.62. Score from 7 points. For the 2nd osmotic solution contained maltitol sugar with glycerin and citric acid at a total concentration of 40% at ratio of maltitol sugar : glycerin : citric acid : water at 31.5: 8: 0.5: 60 and 27.5: 12: 0.5: 60 were lower in moisture content and free water than the osmotic solution from sucrose for 16.27 to 17% respectivly. In addition, all processes there were more appetizing colors than the sucrose osmotic solution. For the sensory test, it was found that at the ratio of Maltitol Sugar: Glycerin: Citric Acid: Water at 23.5: 16: 0.2: 60 had the highest appearance, color, texture and overall liking score for 5.0, 4.96, 4.84 and 4.88. 7 points respectively. The energy value of dried mango, it was found that the calorie decreased of 5.76% but the cost of product increased 196.58% from sugar osmotic solution. The energy of dried rambutan from maltitol with glycerin osmotic solution decreased of 6.44% but the cost of

product increased 47.16%. The both products of dried mango and dried rambutan conform to the standard referenced by the Thai community product standard of 11/2558.

6. คำนำ

กระบวนการแช่อิ่มอบแห้งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้ยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ เนื่องจากผลไม้แช่อิ่มอบแห้งให้กลิ่นรสเฉพาะตัวซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค แต่ปัจจุบันนิยมใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกในการผลิต ซึ่งให้ค่าพลังงานสูง และมี Glycemic index (GI) หรือ ดัชนีน้ำตาลระดับปลานกลางค่อนไปทางสูง จึงไม่เหมาะกับผู้ป่วยที่มีน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากร่างกายดูดซึมอาหารได้เร็วทำให้น้ำตาลในเสือดสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าดัชนีน้ำตาล (GI) คือ การจัดอันดับของอาหารโดยกำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 คะแนน โดยคะแนนที่มากขึ้นก็จะหมายความว่าอาหารนั้นมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เพราะว่าอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงจะถูกดูดซึมได้เร็ว โดย ค่า GI 0-55 เป็นค่าระดับต่ำมักปลอดภัยสำหรับคนทุกกลุ่ม ค่า GI 56-69 เป็นค่าระดับกลาง ผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงของโรคเบาหวานและโรคหัวใจ ควรรับประทานแต่พอดี ซึ่งน้ำตาลซูโครสหรือน้ำตาลทรายมีค่า GI คือ 65 ซึ่งอยู่ในช่วงปลานกลางค่อนไปทางสูง และค่า GI 70-100 เป็นค่าระดับสูง อาหารในกลุ่มนี้ ควรรับประทานอย่างจำกัด เพื่อลดความเสี่ยงจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากร่างกายจะดูดซึมน้ำตาลจากอาหารประเภทนี้ได้อย่างรวดเร็ว (กองบรรณาธิการ พบแพทย์) การลดน้ำตาลซูโครสในอาหารลงจึงเป็นอาหารทางเลือกในการหลีกเลี่ยงโรคภัยไข้เจ็บ อาทิ โรคเบาหวานได้ อย่างไรก็ตามรสหวานยังคงมีความจำเป็นอยู่เพื่อปรุงแต่งรสของอาหาร ดังนั้นทางเลือกหนึ่งของการบริโภครสหวานให้ปลอดภัย คือ สารให้ความหวานโดยใช้สารทดแทนน้ำตาล ซึ่งเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานหรือให้แคลอรีต่ำและมาจากธรรมชาติ ประกอบกับมีค่า GI ต่ำ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ

สำหรับการทดลองนี้จึงเลือกใช้ โพลิออลส์ (polyols) ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ปราศจากน้ำตาล (sugar free) จัดอยู่ในหมู่อาหารที่ให้ระดับคาร์โบไฮเดรตต่ำ มีรสชาติหวานและเนื้อสัมผัส (Texture) คล้ายน้ำตาล แต่ให้พลังงานต่ำกว่า (Awuchi, 2017) เช่น น้ำตาลอิริทริทอล (Erythritol) มอลทิทอล (Maltitol) และกลีเซอรีน (Glycerin) ร่วมกับการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานชนิด รีบาวดิโอไซด์ เอ 97% (Rebaudioside A 97%) ซึ่งมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200-300 เท่า และมีค่า GI เป็น 0 (Tara, 2018) สารให้ความหวานในกลุ่มโพลิออลส์ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น น้ำตาลอิริทริทอลเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ให้แคลอรี่ต่ำและถูกจัดว่าปลอดภัยต่อร่างกาย ได้จากการหมักน้ำตาลกลูโคสด้วยยีสต์ มีความหวานเท่ากับ 70% ของน้ำตาลทรายและให้พลังงานเท่ากับ 0.24 กิโลแคลอรี่ต่อกรัมหรือให้พลังงานเพียงแค่ 6% ของน้ำตาลปกติ ดูดซึมช้าและไม่สมบูรณ์ โดย 90% ของอิริทริทอลที่ทานเข้าไปสามารถดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็กอย่างรวดเร็ว และถูกขับออกไปกับปัสสาวะโดยไม่เปลี่ยนโครงสร้าง (ร่างกายเผาผลาญเป็นพลังงานไม่ได้) จึงไม่ทำให้มีการหลั่งอินซูลินรวดเร็วเหมือนน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลทราย จึงใช้ในผู้ป่วยเบาหวานได้ดี (ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ค่าทางน้ำตาลและสารอนุพันธ์, 2020) นอกจากนั้นยังมีค่า GI ที่ต่ำมากคือ 0 (Dannon, 2019) น้ำตาลมอลทิทอล เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครส สังเคราะห์จากไฮโดรจีเนชันของมอลโตสที่ได้จากแป้ง มีรสชาติหวานคล้ายและใกล้เคียงน้ำตาล

กรมวิชาการเกษตร

ซูโครส จึงนิยมใช้แทนน้ำตาลซูโครส ในขณะที่ให้พลังงานเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครส (2 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม) และมีค่า GI อยู่ที่ 35 (Dannon, 2019) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำจึงถูกดูดซึมช้าจึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้ช้ากว่า นิยมใช้กันทั่วไปในการผลิตขนมหวานและเค้กเพราะไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ นอกจากจะได้รับการยอมรับจากผู้ป่วยโรคเบาหวานเป็นอย่างดีด้วย สำหรับกลีเซอรีนเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหวานธรรมชาติประมาณ 0.6-0.7 เท่าของน้ำตาลซูโครส แม้จะให้พลังงานมากกว่าน้ำตาลซูโครส คือ 4.3 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม แต่มีค่า GI ต่ำมากเพียง 5 (Tara, 2018) ซึ่งไม่ส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด การใช้กลีเซอรีนในผลิตภัณฑ์แช่อิ่มอบแห้งเนื่องจากกลีเซอรีนทำหน้าที่ควบคุมการตกผลึกของน้ำตาลในสารละลาย ช่วยลดปริมาณน้ำอิสระในชิ้นอาหาร ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีเนื้อสัมผัสนุ่มนวลและยืดหยุ่นดี และยังมีดัชนีน้ำตาลระดับต่ำด้วย

จากที่กล่าวมานี้จึงมีผู้นำสารทดแทนความหวานชนิด โพลิออลส์ ไปใช้ในการผลิตอาหารต่างๆ เช่น สุริเชษฐ์ และคณะ (2553) ใช้สารละลายน้ำตาลซูโครสร่วมกับกลีเซอรีนในการออสโมซิสสับปะรด ณัฐรัตน์ (2555) ได้ทำการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและฝอยทองโดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล เกวลิน และคณะ (2013) ได้พัฒนาระบบสารละลายในกระบวนการแทรกซึมภายใต้สุญญากาศเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของลำไยอบแห้ง โดยใช้ กลีเซอรีน อิริทริทอล และซอร์บิทอล นุชนาฏ (2558) ได้ศึกษาผลของสภาวะออสโมติกดีไฮเดรชันและชนิดของน้ำตาลต่อคุณภาพมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการออสโมซิสผลไม้แช่อิ่มอบแห้งด้วยน้ำตาลชนิดอื่นแทนน้ำตาลซูโครส โดยเลือกใช้น้ำตาลที่มีดัชนีระดับน้ำตาลต่ำซึ่งถูกดูดซึมช้าจึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้ช้ากว่าน้ำตาลซูโครส เพื่อลดค่าพลังงาน และลดการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด โดยเลือกใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและสารสกัดจากหญ้าหวานชนิดรีบาวดิโอไซด์ เอ 97 ในการออสโมซิสมะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้ง และเลือกใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนในการออสโมซิสเงาะแช่อิ่มอบแห้ง

7. วิธีดำเนินการ :

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบผลไม้ ได้แก่ มะม่วงแก้วขมิ้น และ เงาะ
2. สารเคมี ได้แก่ แคลซียมคลอไรด์ กรดซิตริก คลอรีนผง
3. สารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลอิริทริทอล น้ำตาลมอลทิทอล กลีเซอรีน และสารสกัดจากหญ้าหวานชนิดรีบาวดิโอไซด์ เอ 97%
4. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น หม้อ กะละมัง กระชอน มีด ทัพพี เตาแก๊ส เป็นต้น
5. เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

วิธีการ

1. <u>การศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบโดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของวัตถุดิบ</u>

ได้แก่ มะม่วงแก้วขมิ้น และ เงาะ ซึ่งวิเคราะห์เช่นเดียวกันโดยวิเคราะห์ปริมาณคาร์ไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย ความชื้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าสี ในการวัดค่าสี

และความชื้น ให้ตัดเนื้อผลไม้เป็นชิ้นเล็ก สำหรับค่าสีนำไปใส่คิวเว็ทวัดด้วยเครื่องวัดสี สำหรับความชื้นนำไปใส่แคนอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ คำนวณปริมาณน้ำที่หายไป สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เตรียมการวิเคราะห์โดย นำเนื้อตัวอย่าง 1 ส่วนผสมน้ำ 9 ส่วน นำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารจากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรอง นำเฉพาะน้ำไปวัดค่า แล้วคำนวณกลับ

2. <u>การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการออสโมซิสมะม่วงด้วยน้ำตาลซูโครส</u>

ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกจากสารละลายน้ำตาลซูโครส และ ระยะเวลาในการแช่ในสารละลาย เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการแช่อิ่มมะม่วง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 9 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 2 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 3 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 4 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 5 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 6 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 7 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 8 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 9 แช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

บันทึกข้อมูล
- องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณคาร์ไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย
- ปริมาณความชื้น
- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
- ค่าสี

2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.1.1 มะม่วง

1) แช่มะม่วงทั้งเปลือกในคลอรีนความเข้มข้น 50 ppm นาน 30 นาที

2) ล้างให้สะอาด ปอกเปลือก และหั่นเป็นชิ้นขนาด 3x2 cm

3) แช่มะม่วงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ร่วมกับ กรดซิตริก 1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเนื้อมะม่วงต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

4) ล้างมะม่วงให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ

5) แช่มะม่วงในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นและเวลาตามกรรวิธี ในอัตราส่วน เนื้อมะม่วงต่อสารละลายเท่ากับ 1:2 โดยใช้ถุงพลาสติกใส่น้ำทับเนื้อมะม่วงไว้ให้จมอยู่ในสารละลาย

ศรีวิชัยกษตร

6) ล้างมะม่วงเบาๆ ในน้ำอุ่นอย่างรวดเร็ว พักให้สะเด็ดน้ำ

7) นำไปอบที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง ด้วยตู้อบแห้งชนิดปั๊มความร้อน/ตู้อบลมร้อน

8) พักให้เย็น บรรจุถุง

3. <u>การศึกษาการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นแทนการใช้น้ำตาลซูโครส</u>

3.1. แช่อิ่มมะม่วงในสารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน

ศึกษาอัตราส่วนของส่วนประกอบในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 60% ได้แก่ สารละลายอิริทริทอล กลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน

วางแผนการทดลองแบบ RCB โดยแต่ละชนิดของสารละลายมี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ซูโครส

กรรมวิธีที่ 2 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 47.74 : 12

กรรมวิธีที่ 3 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 41.74 : 18

กรรมวิธีที่ 4 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 35.74 : 24

กรรมวิธีที่ 5 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 29.74 : 30

ตารางที่ 1 สูตรในการแช่มะม่วงในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริกและหญ้าหวาน ความเข้มข้นรวม 60% ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลอิริทริทอล	กลีเซอรีน	กรดซิริก	หญ้าหวาน	น้ำ
1	59.8	-	-	0.2	-	40
2	-	47.74	12	0.2	0.06	40
3	-	41.74	18	0.2	0.06	40
4	-	35.74	24	0.2	0.06	40
5	-	29.74	30	0.2	0.06	40

3.2. . แช่เงาะในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วม กลีเซอรีน และกรดซิตริก

ศึกษาอัตราส่วนของส่วนประกอบในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ได้แก่ สารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกความเข้มข้นรวม 40 %

วางแผนการทดลองแบบ RCB โดยแต่ละชนิดของสารละลายมี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 ซูโครส

กรรมวิธีที่ 2 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 31.5 : 8

กรรมวิธีที่ 3 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 27.5 : 12

กรรมวิธีที่ 4 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 23.5 : 16

กรรมวิธีที่ 5 อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 19.5 : 20

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 สูตรในการแช่เงาะในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริก ความเข้มข้น 40% ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลอิริทริทอล	กลีเซอรีน	กรดซิริก	น้ำ
1	39.5	-	-	0.5	60
2	-	31.5	8	0.5	60
3	-	27.5	12	0.5	60
4	-	23.5	16	0.5	60
5	-	19.5	20	0.5	60

3.3. แช่เงาะในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับ กลีเซอรีน และกรดซิตริก

ศึกษาอัตราส่วนของส่วนประกอบในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ได้แก่ สารละลายมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกความเข้มข้นรวม 40 %

วางแผนการทดลองแบบ RCB โดยแต่ละชนิดของสารละลายมี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 ซูโครส

กรรมวิธีที่ 2 อัตราส่วน มอลทิทอล : กลีเซอรีน คือ 31.5 : 8

กรรมวิธีที่ 3 อัตราส่วน มอลทิทอล : กลีเซอรีน คือ 27.5 : 12

กรรมวิธีที่ 4 อัตราส่วน มอลทิทอล : กลีเซอรีน คือ 23.5 : 16

กรรมวิธีที่ 5 อัตราส่วน มอลทิทอล : กลีเซอรีน คือ 19.5 : 20

ตารางที่ 3 สูตรในการแช่สารละลายมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน ความเข้มข้น 40%

กรรมวิธี	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลมอลทิทอล	กลีเซอรีน	กรดซิริก	น้ำ
1	39.5	-	-	0.5	60
2	-	31.5	8	0.5	60
3	-	27.5	12	0.5	60
4	-	23.5	16	0.5	60
5	-	19.5	20	0.5	60

3.4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.3.1 มะม่วง

1) แช่มะม่วงทั้งเปลือกในคลอรีนความเข้มข้น 50 ppm นาน 30 นาที

2) ล้างให้สะอาด ปอกเปลือก และหั่นเป็นชิ้นขนาด 3x2 cm

3) แช่มะม่วงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ร่วมกับ กรดซิตริก 1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเนื้อมะม่วงต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

กรมวิชาการเกษตร

4) ล้างมะม่วงให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ

5) แช่ในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 60% ตามกรรมวิธี เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในอัตราส่วน เนื้อมะม่วงต่อสารละลายเท่ากับ 1:2 โดยใช้ถุงพลาสติกใส่น้ำทับเนื้อมะม่วงไว้ให้จมอยู่ในสารละลาย

6) ล้างมะม่วงเบาๆ ในน้ำอุ่นอย่างรวดเร็ว พักให้สะเด็ดน้ำ

7) นำไปอบที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง ด้วยตู้อบแห้งชนิดปั๊มความร้อน/ตู้อบลมร้อน

8) พักให้เย็น บรรจุถุง

3.3.2 เงาะ

1) แช่เงาะทั้งเปลือกในคลอรีนความเข้มข้น 50 ppm นาน 30 นาที

2) ล้างให้สะอาด ปอกเปลือก และคว้านเมล็ดออก จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

3) แช่เงาะในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ร่วมกับ กรดซิตริก 1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเนื้อมะม่วงต่อสารละลายเท่ากับ 1:2

4) ล้างเงาะให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ

5) แช่ในสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ตามกรรมวิธี เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในอัตราส่วน เนื้อเงาะต่อสารละลายเท่ากับ 1:2 โดยใช้ถุงพลาสติกใส่น้ำทับเนื้อเงาะไว้ให้จมอยู่ในสารละลาย

6) ล้างเงาะเบาๆ ในน้ำอุ่นอย่างรวดเร็ว พักให้สะเด็ดน้ำ

7) นำไปอบที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง ด้วยตู้อบลมร้อน

8) พักให้เย็น บรรจุถุง

บันทึกข้อมูล

- ปริมาณความชื้น
- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)
- ค่าสี
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส (7-point hedonic scale)

4. วิเคราะห์ฉลากโภชนาการผลิตภัณฑ์สุดท้าย และเปรียบเทียบค่าพลังงานกับผลไม้อบแห้งสูตรปกติ

4.1 วิเคราะห์ค่าพลังงานของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งด้วยสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริกและสารสกัดจากหญ้าหวาน

4.2 วิเคราะห์ค่าพลังงานของเงาะแช่อิ่มอบแห้งด้วยสารละลาบออสโมติกจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริก

4.3 วิเคราะห์ฉลากโภชนาการ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด สารปนเปื้อน ของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งด้วยสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริกและสารสกัดจากหญ้าหวาน

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่ได้จากข้อ 3.1

กรมวิชาการเกษตร

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลไม้อบแห้งโดยบรรจุตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้งในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างผลไม้อบแห้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิต่ำ (4-8 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 เดือน เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

บันทึกข้อมูล

- ปริมาณความชื้น (มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง)
- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง)
- ปริมาณจุลินทรีย์ (มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง)
- ค่าสี
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส

6. คำนวณต้นทุนการผลิต

6.1 คำนวณต้นทุนการผลิตมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ เทียบกับสูตรปกติ

6.2 คำนวณต้นทุนการผลิตเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ เทียบกับสูตรปกติ

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2561- กันยายน 2563

สถานที่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ

มะม่วงแก้วขมิ้นและเงาะที่ใช้ในงานวิจัยนี้มาจากตลาดไท และตลาดสี่มุมเมือง

โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของมะม่วงแก้วขมิ้น พบว่า มะม่วงมีคาร์ไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และความชื้น เท่ากับ 12.12 0.52 0.02 0.13 และ 87.21 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14.68 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.58 ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 37.24 2.69 และ 6.97 ตามลำดับ

โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเงาะ พบว่า เงาะ มีคาร์ไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และความชื้น เท่ากับ 16.65 0.92 0.27 0.28 1.56 และความชื้น 80.32 กรัม/100กรัม ตามลำดับ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 18 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.74 ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 43.64 1.49 และ -2.04 ตามลำดับ

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการออสโมซิสมะม่วงด้วยน้ำตาลซูโครส

เตรียมตัวอย่างมะม่วงตามข้อ 2 แช่เนื้อมะม่วงในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้น 50 60 และ 70 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง นำเนื้อมะม่วงที่ผ่านการแช่สารละลายน้ำตาลซูโครสไปอบแห้งและวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า เนื้อมะม่วงหลังอบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ มีค่าความชื้นเฉลี่ยและปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดคือ 27.44% และ 0.609 ต่ำกว่าเนื้อมะม่วงที่ผ่านการแช่สารละลายซูโครสเข้มข้น 50 และ 60 องศาบริกซ์ เมื่อพิจารณาจากความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของมะม่วงอบแห้งคัดเลือก

กรมวิชาการเกษตร

สภาวะการออสโมซิสด้วยสารละลายซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ดัง Table 4, 5

3. <u>การศึกษาการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นแทนการใช้น้ำตาลซูโครส</u>

3.1 แช่อิ่มมะม่วงในสารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน

ทดสอบการละลายของน้ำตาลอิริทริทอลในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 50 55 60 65 70 75 80 85 และ 90% โดยน้ำหนักและพักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเพื่อสังเกตการละลายและการตกผลึกของน้ำตาล พบว่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 65% ขึ้นไป น้ำตาลอิริทริทอลละลายไม่หมด ดังนั้นในการเตรียมสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอล จึงใช้สารละลายที่ความเข้มข้น 60% โดยน้ำหนัก และแช่ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

เตรียมตัวอย่างมะม่วงตามตารางที่ 1 พบว่าจากการทดลองใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและหญ้าหวานเป็นสารละลายออสโมติก กรรมวิธีที่ 1-5 เนื้อมะม่วงอบแห้งมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด คือ 66.67 69.67 70.67 72.0 และ 67.67 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตาม มอก. 919-2532 ผลไม้แห้งทุกกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธี 2 3 4 และ 5 ช่วยลดปริมาณน้ำจากเนื้อมะม่วงได้มากกว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงอย่างเดียว โดยผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้สารละลายน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนมีความชื้นต่ำกว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงชนิดเดียว และสามารถลดระยะเวลาในการอบจาก 15 ชั่วโมง เหลือ 10 ชั่วโมงได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งดังกล่าวมีสีที่น่ารับประทานมากกว่าแต่เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติแล้ว ค่าสีไม่แตกต่างกันทางนัยสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเมื่อเทียบกับมะม่วงสด มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*+) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*+) สูงกว่า โดยกรรมวิธี 5 คือ อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 29.74 : 30 สามารถลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นมะม่วงได้มากที่สุด ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น 11.26 % และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเพียง 0.31 มีปริมาณของแข็งในเนื้อมะม่วง 67.67 องศาบริกซ์ และมีค่าความสว่าง L* 44.42 ค่าความเป็นสีเขียว-แดง a* 4.30 และค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง b* 9.92 แต่กรรมวิธีที่ 5 มีแนวโน้มของร้อยละผลได้ต่ำสุดเนื่องจากมีความชื้นต่ำสุด เนื่องจากกรรมวิธีที่ 5 ประกอบด้วยกลีเซอรีนจำนวนมากสุด ซึ่งกลีเซอรีนมีสมบัติในการช่วยดึงน้ำจากเนื้อผลไม้ ออกดัง Figure 1 และ Table 6

เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้ 7 point hedonic scale พบว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากสารละลายออสโมติกน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน มีความชอบด้านลักษณะปรากฏที่ดีกว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสซึ่งมีสีค่อนข้างคล้ำกว่า สำหรับความชอบด้านอื่นๆ คือ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาจากสมบัติด้านต่างๆ ของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งร่วมกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสแล้ว จึงคัดเลือกกรรมวิธีที่ 5 คือ อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 29.74 : 30 เป็นสารละลายออสโมติก ซึ่งกรรมวิธีที่ 5 มีความชอบด้านต่างๆ ดังนี้ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ 4.43 4.96 4.56 4.26 และ 4.67 คะแนนจากคะแนนทั้งหมด 7 คะแนน ดัง Figure 2

3.2. แช่อิ่มเงาะในสารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริก

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

สำหรับเงาะไม่สามารถใช้สารละลายออสโมติกของอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและหญ้าหวานที่ความเข้มข้น 60% ได้ เนื่องจากน้ำตาลอิริทริทอลจะตกผลึกไปเคลือบเนื้อเงาะไว้ ทำให้เนื้อสัมผัสของเงาะมีลักษณะแข็งเป็นเนื้อทราย และมีรสชาติหวานมาก จึงไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค จึงได้ทำการลดความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกลง โดยใช้สารละลายออสโมติกที่อัตราส่วนของอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริกความเข้มข้นรวม 40% โดยไม่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ลักษณะเนื้อเงาะที่ได้ยังคงมีน้ำตาลอิริทริทอลตกผลึกไปเคลือบเนื้อเงาะไว้ ทำให้มีความหวานเพียงพอแล้ว แต่มีความแข็งน้อยลงมากกว่าการใช้สารละลายออสโมติกที่อัตราส่วนของอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวานที่ความเข้มข้นรวม 60% ดัง Figure 3

จากการทดลองใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนละกรดซิตริกเป็นสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ในการแช่อิ่มอบแห้งเงาะ พบว่ากรรมวิธี 4 และ 5 ช่วยลดปริมาณน้ำจากเนื้อเงาะได้มากกว่าการใช้สารละลายซูโครส มีความชื้นต่ำกว่าการใช้สารละลายซูโครส และผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งในกรรมวิธีมีสีที่น่ารับประทานมากกว่า โดยมีค่าความสว่างมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสซึ่งมีสีคล้ำ ซึ่งกรรมวิธี 5 สามารถลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นเงาะได้มากที่สุด ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด มีปริมาณของแข็งในเนื้อเงาะมากที่สุด คือ 16.43% 0.57 และ 66.0 องศาปริกซ์ ดังแสดงใน Table 7

เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนความเข้มข้น 40% ในกรรมวิธีที่ 5 มีความชอบด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับการใช้น้ำตาลซูโครส จะเห็นว่ากรรมวิธีที่ 2 ได้คะแนนต่ำสุดในทุกด้าน และกรรมวิธีอื่นๆ มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส เนื่องจากการใช้อัตราส่วนของน้ำตาลอิริทริทอลที่มากเกินไป ทำให้น้ำตาลอิริทริทอลตกตะกอนและเคลือบอยู่บนผิวเงาะแช่อิ่มอบแห้งทำให้เนื้อสัมผัสแข็ง สำหรับกรรมวิธี 5 ซึ่งใช้น้ำตาลอิริทริทอลน้อยสุด ได้คะแนนลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงกว่าน้ำตาลซูโครส ดัง Figure 4

3.3. แช่อิ่มเงาะในสารละลายมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริก

การใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนไม่เหมาะสมในการเป็นสารละลายออสโมติกของมะม่วง เนื่องจากไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน การเก็บในอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เพียง 2 สัปดาห์ มะม่วงอบแห้งมีลักษณะชื้นขึ้น และมีน้ำเชื่อมไหลออกมาอย่างเห็นได้ชัด จึงไม่แนะนำให้ใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนในการแช่อิ่มมะม่วง

สำหรับเงาะ จากการทดลองใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิตริก เป็นสารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% พบว่ากรรมวิธีส่วนใหญ่ คือ กรรมวิธี 2 3 และ 4 ช่วยลดปริมาณน้ำจากเนื้อเงาะได้มากกว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงอย่างเดียว โดยผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้สารละลายน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนความเข้มข้น 40% ในกรรมวิธี 2 และ 3 มีความชื้นต่ำที่สุดคือ 16.24 และ 16.43% ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณน้ำอิสระต่ำสุด ผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งแคลอรี่ต่ำในทุกกรรมวิธีมีสีที่น่ารับประทานมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียว โดยมีค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลือง มากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสซึ่งมีสีคล้ำและมีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่า ดัง Figure 4 และ Table 8

ศรีปทุมวิทยาลัย

เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า เงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนความเข้มข้น 40% ในทุกกรรมวิธีมีลักษณะปรากฏ และ สี ที่ดีกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว สำหรับกลิ่นรสนั้นมีค่าไม่แตกต่างกับเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครส สำหรับด้านเนื้อสัมผัสนั้น กรรมวิธีที่ 4 มีลักษณะดีที่สุด สำหรับความชอบโดยรวม กรรมวิธีที่ 4 มีความชอบโดยรวมสูงกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสเล็กน้อย คือ 4.88 คะแนน ในขณะที่เงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครส มีคะแนนความชอบโดยรวม 4.67 ดัง Figure 5

เมื่อพิจารณาจากสมบัติด้านต่างๆ ของเงาะแช่อิ่มอบแห้งร่วมกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสแล้ว จึงคัดเลือกกรรมวิธีที่ 4 เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุด

เมื่อลองเปรียบเทียบระหว่างเงาะอบแห้งและเงาะแช่อิ่มอบแห้ง จะเห็นได้ว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งให้ลักษณะปรากฏที่น่ารับประทานมากกว่าเงาะสดอบแห้ง ดัง Figure 6

4. วิเคราะห์ฉลากโภชนาการผลิตภัณฑ์สุดท้าย และเปรียบเทียบค่าพลังงานกับผลไม้อบแห้งสูตรปกติ

4.1. ค่าพลังงานผลิตภัณฑ์แคลอรี่ต่ำเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อบแห้งแบบปกติ

4.1.1. มะม่วง

วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้สารละลายออสโมติกเข้มข้นรวม 60% ในอัตราส่วนน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 ตามลำดับ ในกรรมวิธีที่ 5 เทียบกับมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากซูโครสในกรรมวิธีที่ 1 พบว่า

ผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และหญ้าหวานโดยใช้สารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 60% ซึ่งสัดส่วนความเข้มข้นของอิริทริทอลต่อ : กลีเซอรีน เป็น 29.74 : 30 มีค่าพลังงาน 303.86 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณมะม่วงอบแห้ง 100 กรัม และมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียว มีค่าพลังงาน 322.45 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณเงาะอบแห้ง 100 กรัม ซึ่งการใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและหญ้าหวานสามารถลดค่าพลังงานได้ 5.76 % เนื่องจากมีการใช้กลีเซอรีนซึ่งมีค่าพลังงานสูงในปริมาณมากเพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ค่าพลังงานลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งหนึ่งหน่วยบริโภคของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและหญ้าหวาน จำนวน 30 กรัม จะให้พลังงานทั้งหมด 91 กิโลแคลอรี่ ซึ่งไม่ถือว่าเป็นอาหารพลังงานต่ำ เป็นเพียงอาหารทางเลือกซึ่งลดค่าพลังงานลง โดยอาหารพลังต่ำจะต้องให้พลังงานต่อหน่วยบริโภคน้อยกว่า 40 กิโลแคลอรี่ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 121, พ.ศ.2532)

4.1.2. เงาะ

วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิติกโดยใช้สารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ในอัตราส่วน น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 ในกรรมวิธีที่ 4 มีค่าพลังงาน 329.99 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณเงาะอบแห้ง 100 กรัม และเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียว มีค่าพลังงาน 352.69 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณเงาะอบแห้ง 100 กรัม ซึ่งการใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนสามารถลดค่าพลังงานได้ 6.44% เนื่องจากเงาะมีปริมาณน้ำตาลในผลไม้

สูงประกอบกับมีการใช้กลีเซอรีนซึ่งมีค่าพลังงานสูงในปริมาณมากเพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ค่าพลังงานลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งหนึ่งหน่วยบริโภคของเงาะแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน จำนวน 30 กรัม จะให้พลังงานทั้งหมด 99 กิโลแคลอรี่ ซึ่งไม่ถือว่าเป็นอาหารพลังงานต่ำ เป็นเพียงอาหารทางเลือกซึ่งลดค่าพลังงานลง โดยอาหารพลังต่ำจะต้องให้พลังงานต่อหน่วยบริโภคน้อยกว่า 40 กิโลแคลอรี่

4.2 คุณค่าทางโภชนาการ

โดยอ้างอิงวิธีคิดข้อมูลจาก Thai-RDI, 2541 และสำนักคณะกรรมการและยา, 2555

วิเคราะห์มะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งแคลอรี่ต่ำด้วยสารละลายออสโมติกความเข้มข้น 60% จากน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 ตามลำดับ ในกรรมวิธีที่ 5 การแสดงฉลากโภชนาการไทย แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ฉลากโภชนาการไทย และ ฉลากแบบ GDA (Guideline Daily Amounts) หรือฉลาก หวาน มัน เค็ม ซึ่งจะบรรจุในถุงปริมาณ 90 กรัม โดยแบ่งรับประทานเป็น 3 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะได้รับพลังงาน 91 กิโลแคลรี่ โดยได้รับน้ำตาล 8.52 กรัม นอกจากนี้ ยังมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 แคลเซียมและเหล็กด้วย ดัง Figure 7

4.3. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (น้ำตาลอินเวิร์ต)

มะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานที่ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก 60% ในกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (น้ำตาลอินเวิร์ต) 66.35% ในขณะที่มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากสารละลายซูโครสสูตรปกติมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (น้ำตาลอินเวิร์ต) 67.44% ซึ่งมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งให้แคลอรี่ต่ำ มีปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ตน้อยกว่ามะม่วงแช่อิ่มที่ผลิตจากซูโครส แต่มะม่วงทั้ง 2 แบบผ่านมาตรฐาน มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง คือ ≥ 65 %

4.4. สารปนเปื้อน

วิเคราะห์มะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มในกรรมวิธีที่ 5 โดยวิเคราะห์สารปนเปื้อน คือ สารหนู (As) ทองแดง และตะกั่ว (Pb) ดัง Table 9 ซึ่งมะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งแคอรี่ต่ำมีค่าสารปนเปื้อนต่ำกว่ามาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง

4.5. จุลินทรีย์

วิเคราะห์จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้ง โดยวิเคราะห์ตามมาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง ดังนี้ Total Plate Count, *Escherichia coli, Clostridium perfingens, Staphylococcus aureas, Salmonella spp.* Yeasts and Molds ดังTable 10 พบว่า ตรวจพบ *Staphylococcus aureas* และ *Clostridium perfingens* เกินกำหนดของ มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง จึงไม่ผ่านมอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง แต่ยังมีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในระดับของมาตรฐาน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการเก็บผลไม้อบแห้งก่อนการนำมาวิเคราะห์

<u>5. การศึกษาอายุการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง</u>

5.1. การเก็บรักษาตัวอย่างมะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้ง

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตมะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งในกรรมวิธีที่ 5 เพื่อศึกษาการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ที่อุณหภูมิ 4-8 และ 25 องศาเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยทำการทดสอบทุก 0 2 4 และ 6 เดือน โดยนำตัวอย่างมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งใส่ในถุงพลาสติกชนิด PP จำนวนถุงละ 500 กรัมและปิดผนึกถุงด้วยเครื่องซีล นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 และ 25 องศาเซลเซียส โดยสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทุก 2 4 และ 6 เดือน

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aw) และ ปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณน้ำอิสระมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ สำหรับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่า ซึ่งการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 เดือนนี้ ทำให้ปริมาณน้ำอิสระ และ ปริมาณความชื้น เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง และ มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่ม คือ ปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 18% ในขณะที่การเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 6 มีความชื้นเกิน 18% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง แต่ยังผ่านเกณฑ์ของ มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่ม เนื่องจากมีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 และปริมาณความชื้น 30% สำหรับค่าสี ค่าความสว่าง (L*) การเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่า b* หรือค่าที่บอกความเป็นสีน้ำเงินเหลืองชิ้นมะม่วงมีความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น สำหรับการเก็บที่ 25 องศาเซลเซียสมีค่าความสว่างลดลงอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะในเดือนที่ 6 ซึ่งความสว่างต่ำเพียง 35.844 ค่า b* หรือค่าที่บอกความเป็นสีน้ำเงินเหลือง ชิ้นมะม่วงมีความเป็นสีเหลืองต่ำที่สุดในเดือนที่ 6 ดังนั้นการใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและสารสกัดจากหญ้าหวาน จึงเหมาะที่จะเก็บในอุณหภูมิตู้เย็นมากกว่าอุณหภูมิห้อง ดัง Figure 8, 9

5.2 การทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัส

นำมะม่วงแก้วขมิ้นแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน ในกรรมวิธีที่ 5 ไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อเปรียบเทียบตัวอย่างมะม่วงอบแห้งสูตรลดพลังงานในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส โดยทดสอบที่ระยะการเก็บรักษา 2 4 และ 6 เดือน

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 point hedonic scale โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่าลักษณะปรากฏและสีของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งมีค่าความชอบต่างกันโดยระยะเก็บที่ 4-8 องศาเซลเซียสในเดือนที่ 0 2 และ 4 มีค่าลดลงเล็กน้อย แต่ในเดือนที่ 6 พบว่าความชอบด้านสี และลักษณะปรากฏของ การเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสมีค่าสูงขึ้น ลักษณะปรากฏและสีของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งมีค่าต่ำลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะเดือนที่ 6 ซึ่งมีต่าต่ำมากเนื่องจากมีสีคล้ำ จึงทำให้การเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสในเดือนที่ 6 มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการเปรียบเทียบกันระหว่าง 2 ตัวอย่าง

สำหรับความชอบด้านกลิ่นรสทั้ง 2 อุณหภูมิมีค่าลดลงเล็กน้อยระยะเก็บที่ 4-8 องศาเซลเซียสในเดือนที่ 0 2 และ 4 มีค่าลดลงเล็กน้อย แต่ในเดือนที่ 6 พบว่าความชอบด้านกลิ่นของการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสมีค่าสูงขึ้น เนื่องมาจากเกิดการเปรียบเทียบกับการเก็บที่ 25 องศาเซลเซียสซึ่งมีค่าต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

ความชอบด้านเนื้อสัมผัสในการเก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเวลาผ่านไปความชอบมีค่าลดลงไม่มากนัก

อย่างไรก็ตามด้วยลักษณะปรากฏและสีที่เห็นถึงความแตกต่างกันมากนั้น เป็นตัวตัดสินใจที่สำคัญของผู้ทดสอบ ส่งผลให้ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีค่าต่างกันด้วย ทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความชอบโดยรวมของการเก็บรักษาที่ 4-8 องศาเซลเซียสมากกว่าโดยเฉพาะในการเก็บรักษาเดือนที่ 6 ซึ่งผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏและสีต่างกันมากจึงทำให้ความชอบโดยรวมของการเก็บที่ 4-8 องศาเซลเซียส มีค่าสูงขึ้น ดัง Figure 10

สำหรับการทดลองการเก็บรักษานี้ หากเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งแคลอรี่ต่ำได้ถึง 6 เดือนหรือมากกว่า แต่หากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะสามารถเก็บได้เพียง 4 เดือนเท่านั้น

5.3 การทดสอบจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

นำมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานในกรรมวิธี่ 5 ใส่ถุงพลาสติก PP จำนวน 300 กรัม ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์จุลินทรีย์ทุก 2 เดือน พบว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือน โดยที่ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง และยังคงอยู่ในมาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง ดัง Table 11

6.<u>คำนวณต้นทุนการผลิต</u>

คำนวณต้นทุนการผลิตมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานและเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน เมื่อเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกในสูตรปกติ พบว่าได้ว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งพลังสูตรลดพลังงานโดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและสารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมสูงถึง 1673.34 บาท ในขณะที่ มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 564.22 บาท และเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานโดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 722.63บาท เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูรลดพลังงานโดยใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนเป็นสารละลายออสโมติก มีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 722.63 บาท ในขณะที่ เงาะแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 498.82 บาท ดัง Table 12

เนื่องจากมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรพลังงานต่ำใช้ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกค่อนข้างสูงประกอบกับน้ำตาลอิริทริทอลและสารสกัดจากหญ้าหวานที่ใช้มีราคาสูง ในขณะที่น้ำตาลซูโครสมีราคาถูกจึงทำให้ต้นทุนสูงกว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งด้วยสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลซูโครสมากถึง 196.58% สำหรับเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานใช้ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกต่ำกว่ามะม่วง แต่น้ำตาลอิริทริทอล และน้ำตาลมอลทิทอลที่ใช้ยังคงมีราคาสูงกว่าน้ำตาลทราย จึงทำให้เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานที่ใช้น้ำตาลอิริทริทอลและน้ำตาลมอลทิทอล มีราคาสูงกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรน้ำตาลซูโครสปกติถึง 44.87 และ 47.61% ตามลำดับ

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งแคลอรี่ต่ำทั้งมะม่วงและเงาะ สามารถลดค่าพลังงานได้เล็กน้อยและยังคงมีรสชาติที่ดีน่ารับประทานเป็นที่ชื่นชอบของผู้ทดสอบโดยกรรมวิธีที่ดีที่สุดของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ มาจากการแช่ในสารละลายออสโมติกเข้มข้นรวม 60% ในอัตราส่วนน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่าพลังงานลดลงเพียง 5.76 % จากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติก ซึ่งหนึ่งหน่วยบริโภคของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน จำนวน 30 กรัมให้พลังงาน 91 กิโลแคลอรี่ จึงไม่ถือว่าเป็นอาหารพลังงานต่ำ (<40 กิโลแคอรี่) โดยต้นทุนการผลิตของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานสูงกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสปกติถึง 196.58% เนื่องมาจากสารละลายออสโมติกที่ใช้มีราคาสูง สำหรับเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน มาจากการแช่ในสารละลายออสโมติกเข้มข้นรวม 40% ในอัตาส่วน น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่าพลังงานลดลงเพียง 6.44 % จากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติก ซึ่งการใช้น้ำตาลมอลทิทอลให้ลักษณะของเงาะดีกว่าการใช้น้ำตาลอิริทริทอลเนื่องจากน้ำตาลอิริทริทอลทำให้เนื้อสัมผัสของเงาะแข็งเกินไป ซึ่งหนึ่งหน่วยบริโภคของเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานจากน้ำตาลมอลทิทอล จำนวน 30 กรัมให้พลังงาน 99 กิโลแคลอรี่ จึงไม่ถือว่าเป็นอาหารพลังงานต่ำ โดยมีต้นทุนมากกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรใช้ซูโครสปกติ 47.61%

ถึงแม้การวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งวิเคราะห์พลังงานทั้งหมดจะสามารถลดพลังงานได้น้อยจนไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นอาหารพลังงานต่ำ แต่เมื่อรับประทานจริงอาจลดค่าพลังงานได้มากกว่าเนื่องจากคุณสมบัติของตัวน้ำตาลแคลอรี่ต่ำที่มีค่า GI ต่ำมาก ร่างกายไม่สามารถย่อยได้หมด หากจะมองถึงความคุ้มค่าด้านราคาต้นทุน ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงานอาจไม่สามารถตอบโจทย์ได้ แต่หากมองในด้านสุขภาพแม้จะสามารถลดแคลอรี่ได้ไม่มาก แต่น้ำตาลแคลอรี่ต่ำที่ใช้ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้หมด และไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มอย่างรวดเร็ว จึงช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดผู้ป่วยเบาหวานได้เป็นอย่างดี สำหรับประชาชนบางกลุ่มผลไม้แช่อิ่มอบแห้งสูตรลดพลังงาน อาจเป็นทางเลือกที่ดีกว่าการใช้สารละลายออสโมติกมีค่า GI ค่อนข้างสูง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากผลไม้แช่อิ่มอบแห้งมีการใช้กลีเซอรีนซึ่งมีพลังงานสูง หากต้องการให้ค่าพลังงานลดลงมากกว่านี้ควรปรับการใช้กลีเซอรีนให้ลดลง

สารละลายออสโมติกที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นน้ำตาลที่มีค่า GI ต่ำมาก ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้หมด จึงควรทำการทดลองเลียนแบบการย่อยและการดูดซึมของมนุษย์ จะทำให้ทราบค่าพลังงานที่ดูดซึมได้อย่างชัดเจน ซึ่งค่าพลังงานจากงานวิจัยนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งคิดพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำไปใช้ประโยชน์ให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่สามารถบริโภคน้ำตาลซูโครสได้น้อย โดยมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลได้จัดทำคลิปเพื่อเผลแพร่ทางแอปพลิเคชั่น Smartbox สำหรับการผลิตเงาะแช่อิ่มอบแห้งพลังงานต่ำมีการนำไปเผยแพร่ให้แก่วิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จ.จันทบุรี เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

กรมวิชาการเกษตร

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานและพนักงานทุกท่านที่ทำให้งานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

12. เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการพบแพทย์. Glycemic Index กับอาหารผู้ป่วยเบาหวานและคนรักสุขภาพ: สืบค้นเมื่อ 23/2/64 จาก https://www.pobpad.com/Glycemic+index

เกวลิน หอมหวล. ไพโรจน์ วิริยจารี. ศักดา พรึงลำภู. โพธิ์ศรี ลีลาภัทร์ และเรวัตร พงษ์พิสุทธินันท์.2013. การพัฒนาระบบสารละลายในกระบวนการแทรกซึมภายใต้สุญญากาศเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของลำไยอบแห้ง. **Graduate Research Conference (GRC 2013) Khon Kaen University**. 359-367.

นุชนาฏ ไชยวงศ์. 2558. ผลของสภาวะออสโมติกดีไฮเดรชันและชนิดของน้าตาลต่อคุณภาพมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 หน้า

ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์. 2555. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและฝอยทอง โดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2555. 171 หน้า.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 121, พ.ศ.2532. เรื่อง อาหารสำหรับผู้ที่ตองการควบคุมน้ำหนัก. กระทรวงสาธารณสุข.

มาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง.ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1566 (พ.ศ. 2532) ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอน 12. 18 มกราคม 2533.

สำนักคณะกรรมการและยา, 2555. คู่มือจัดทำฉลากโภชนาการแบบ GDA. สำนักอาหาร สำนักคณะกรรมการและยา กระทรวงสาธารณะสุข

สุริเชษฐ์ บิลหีม. สรายุทธ ปลุกใจราษฎ์ และ สิริมา ชินสาร. 2553. การกำจัดน้ำบางส่วนในสับปะรดด้วยวิธีออสโมซิสโดยใช้สารละลายซูโครส-กลีเซอรอลภายใต้สภาวะสุญญากาศ. **ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ)**: 41-44 (2553)

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ค่าทางน้ำตาลและสารอนุพันธ์. 2020. อิริทริทอลคืออะไร?. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : สืบค้นเมื่อ 27/10/63 จาก **https://www.csdlabservices.com.**

THAI RDI.2541. สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป. แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

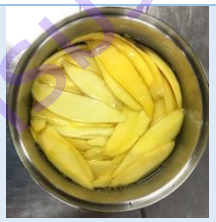
Awuchi Chinaza Godswill. 2017. Sugar Alcohols: Chemistry, Production, Health Concerns and Nutritional Importance of Mannitol, Sorbitol, Xylitol, and Erythritol. **International Journal of Advanced Academic Research | Sciences, Technology & Engineering** | ISSN: 2488-9849 Vol. 3, Issue 2 (February 2017)

Dannon. 2019. Sugar Alcohols: Are They Compatible with the Medical Ketogenic Diet?. **Nutrica Ketocal** JANUARY 14, 2019.

Tara. 2018. The Best Low Glycemic Index Sweeteners That Won't Elevate Blood Sugars. **Hip2Keto** Nov 26, 2018.

ภาคผนวก

Table 4: The mangoes were soaked in sucrose osmotic solutions at any concentrations and periods.

Concentrations of osmotic solution (°Brix)	Periods (hr)		
	1	2	3
50			
60			
70			

ลิขสิทธิ์การเกษตร

Table 5 The qualities of dried mango at at any concentrations and periods.

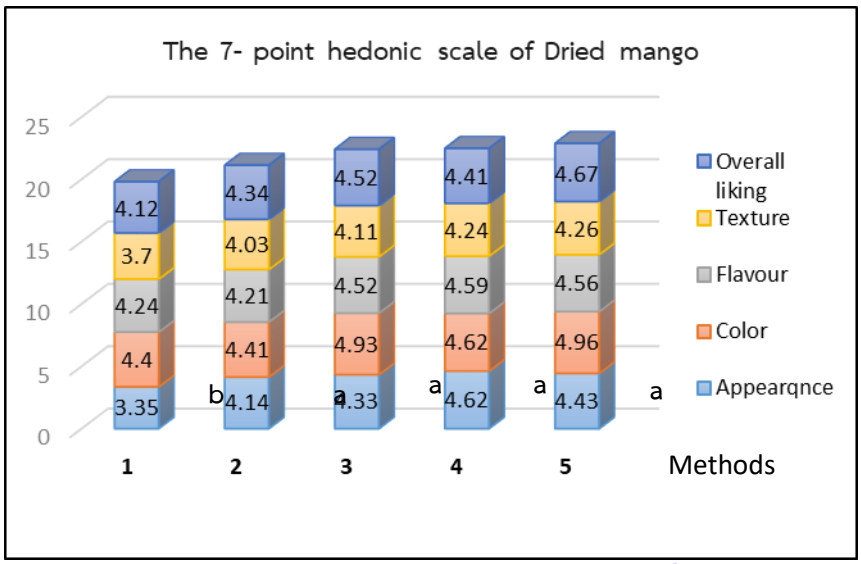
Concentrations of osmotic solution (°Brix)	Periods (hr)	Color			Moisture content (%)	Water activity (aw)
		L*	a*	b*		
50	1	47.81	2.50	7.63	30.09	0.654
50	2	47.28	2.37	5.85	32.21	0.693
50	3	48.21	2.43	7.68	33.82	0.696
60	1	48.76	2.28	7.08	30.66	0.649
60	2	49.19	1.95	7.76	31.67	0.670
60	3	48.27	2.72	7.91	28.40	0.678
70	1	47.96	2.49	6.94	28.30	0.635
70	2	47.62	2.79	6.54	27.72	0.612
70	3	47.57	2.74	6.26	27.44	0.609

Figure 1 (left) Mango after soaking with an osmotic solution of erythritol sugar combined with glycerin, citric acid and rebaudioside A and (right) Dried mangoes of 5 methods

Table 6 The quality of the dried mango using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin and rebaudioside A.

Method	Solution (Brix)	Dried mango (Brix)	pH	%MC	Aw	% Total acidity (as citric acid)	Color			% Yield (Only mango pulp)
							L*	a*	b*	
Mango	-	13.8c	3.58	86.60d	-	-	38.24b	2.69b	6.97b	-
1	63.1a	66.67b	3.59	39.55c	0.667d	3.33	41.33a	4.66a	8.99a	34.52
2	54.55b	69.67ab	3.64	17.70b	0.465c	2.25	43.52a	3.95a	7.82a	27.07
3	52.82b	70.67ab	3.56	12.17a	0.346b	2.10	45.19a	3.66a	9.80a	26.33
4	51.87b	72.0a	3.60	12.96a	0.352b	2.81	43.86a	3.81a	8.19a	25.49
5	50.7b	67.67ab	3.64	11.26a	0.310a	2.61	44.42a	4.30a	9.92a	25.0

Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).



Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).

Figure 2 Sensory scores of dried mangos using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin and rebaudioside A.

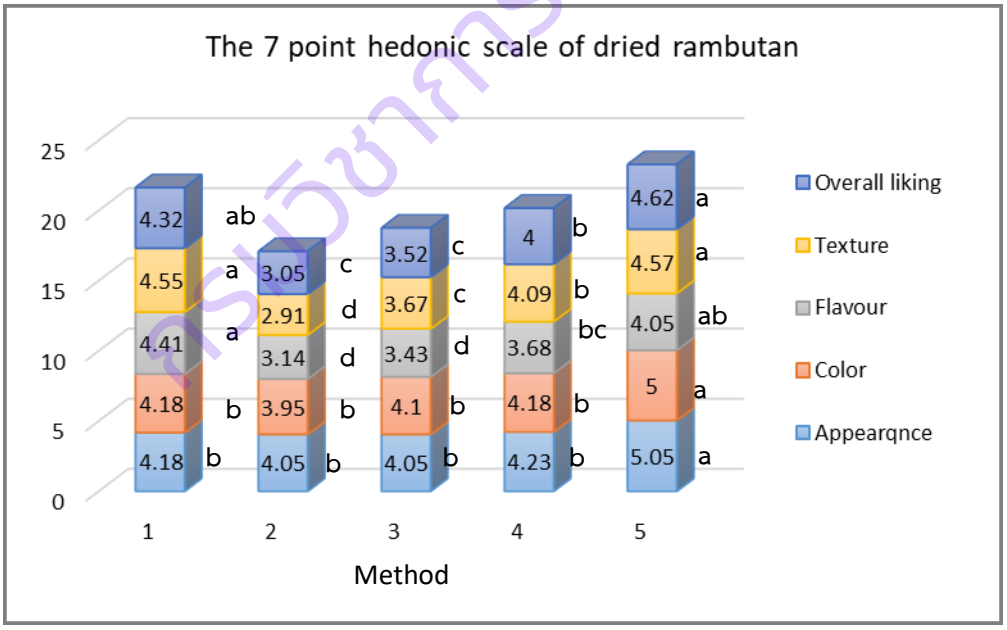
กรมวิทยาศาสตร์

Figure 3 Dried rambutan of 5 methods using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin, citric acid at total concentration of 40%

Table 7 The qualities of the dried rambutan using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin at total concentration of 40%

Method	Dried rambutan (Brix)	pH	%MC	a_w	% Total acidity (as citric acid)	Color		
						L*	a*	b*
Rambutan	18.00d	4.74e	80.32c	-	1.28c	43.64c	1.49a	-2.04f
1	52.00c	4.04bc	18.86a	0.70c	0.96b	38.38d	7.14f	5.15e
2	65.00a	4.00a	31.71b	0.73c	0.96b	56.85a	1.73b	7.34d
3	60.67b	4.02ab	19.59a	0.63b	0.87a	47.47b	3.63d	7.80c
4	60.00b	4.10d	17.10a	0.59a	0.87a	48.15b	5.12e	11.53a
5	66.00a	4.07cd	16.43a	0.57a	0.87a	46.49bc	3.37c	8.06b

Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).



Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).

ศรีบัวการเกษตร

Figure 4 Sensory scores of dried rambutan using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin (7-point hedonic scale)

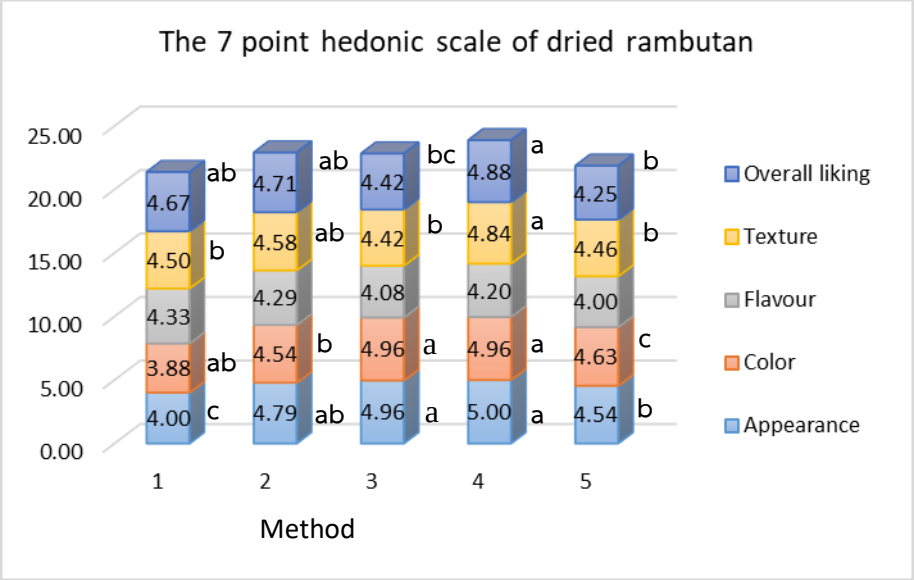
Figure 4 The dried rambutan using a sucrose osmotic solution (left) and dried rambutan using an osmotic solution of maltitol sugar with glycerin at 4th method (right)

Table 8 The quality of the dried rambutan using an osmotic solution of maltitol sugar with glycerin at concentration of 40%w

Method	Dried rambutan (Brix)	pH	%MC	a_w	% Total acidity (as citric acid)	Color			% Yield (Only rambutan pulp)
						L*	a*	b*	
rambutan	18.00d	4.74b	80.32c	-	1.28b	43.64a	1.49a	-2.04a	-
1	52.00c	4.04a	18.86b	0.71d	0.96a	38.38b	7.14e	5.15b	36.03
2	67.00a	3.99a	16.24a	0.65c	0.92a	44.90a	4.16c	9.86d	35.79
3	62.67b	4.04a	16.43a	0.63c	0.90a	44.06a	3.51b	8.31c	34.99
4	59.33b	4.03a	17.00ab	0.60b	0.92a	42.53a	5.20d	9.53d	34.54
5	66.67a	4.07a	18.99b	0.57a	1.02a	43.10a	4.47c	8.62c	34.23

Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).

กรมวิทยาศาสตร์



Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).

Figure 5 Sensory scores of dried rambutan using an osmotic solution of maltitol sugar with glycerin (7-point hedonic scale)

Figure 6 (a) fresh rambutan (b) dried rambutan without soaking in osmotic solution and (c) dried rambutan with soaking in osmotic solution

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค: 1/3 ซอง (30 กรัม)

จำนวนหน่วยบริโภคต่อ: ประมาณ 3

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค

พลังงานทั้งหมด 91 กิโลแคลอรี่ (พลังงานจากไขมัน 0.38 กิโลแคลอรี่)

		ร้อยละปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด	0.04 ก.	0.06 %
ไขมันอิ่มตัว	0 ก.	0 %
โคเลสเตอรอล	0 มก.	0 %
โปรตีน	0.79 ก.	1.58 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	21.09 ก.	7.03 %
ใยอาหาร	2.54 ก.	10.16 %
น้ำตาล	8.52 ก.	
โซเดียม	6.36 มก.	0.27 %

ร้อยละปริมาณที่แนะนำต่อวัน*

วิตามินเอ	14.87 %	**วิตามินบี 1**	5.33 %
วิตามินบี 2	2.94 %	**แคลเซียม**	7.34 %
เหล็ก	3.93 %		

*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงาน 2,000 กิโลแคลอรี่

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้

ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	ก.
ใยอาหาร		25	ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400	มก.

พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม ; ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ซอง

ควรแบ่งกิน 3 ครั้ง

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
273 กิโลแคลอรี่	26 กรัม	0 กรัม	19 มิลลิกรัม
* 14%	* 39 %	* 0 %	* 0 %

*** คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน**

Figure 7 (left) Nutrition facts of low calories dried mango and (right) Guideline Daily Amount

กรมวิชาการเกษตร

Table 9 Contaminants of dried mango

No.	Contaminants	Unit	Results	TIS standard*
1	Arsenic (As)	mg/kg	< 0.025	≤ 1
2	Copper (Cu)	mg/kg	1.66	≤ 20
3	Lead (Pb)	mg/kg	Not detected	≤ 1

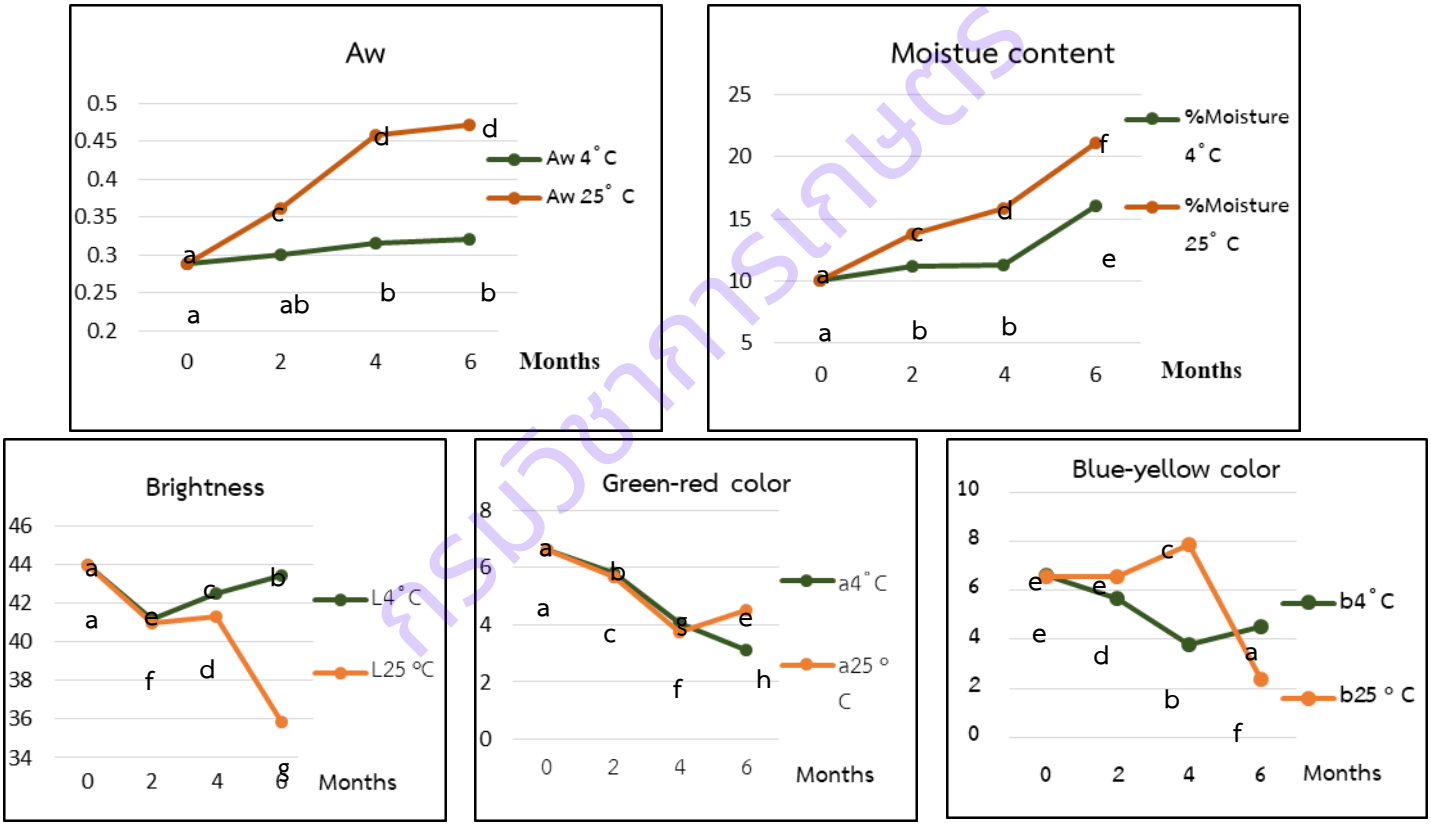
* Refer to TIS 919-2532 Industrial Standard, dried fruit

Table 10 Microbial test results of dehydrated mangoes

No.	Items	Unit	Results	TIS standard*	CMU standard **
1	Total Plate Count	CFU/g	10	≤ 1 x 10^4	≤ 1 x 10^6
2	*Escherichia coli*	MPN/g	<3.0	≤ 3	≤ 3
3	*Clostridium perfingens*	CFU/g	<10.0	Not Detected	-
4	*Staphylococcus aureas*	CFU/g	<10.0	Not Detected	≤ 10
5	*Salmonella spp.*	per 25 g	Not Detected	Not Detected	Not Detected
6	Yeasts and Molds	CFU/g	< 10	≤ 1 x 10^2	≤ 1 x 10^3

*Refer to TIS 919-2532 Industrial Standard, dried fruit

**Refer to CMU 11/2558 Community Product Standards, Dried Vegetables and Fruits Compote



Means within the same color followed by different letter are significantly different (P<0.05).

Figure 8 Characteristics of low calories dried mangoes during storage at 4 and 25 ° C for 6 months

ศรีบัวการเกษตร

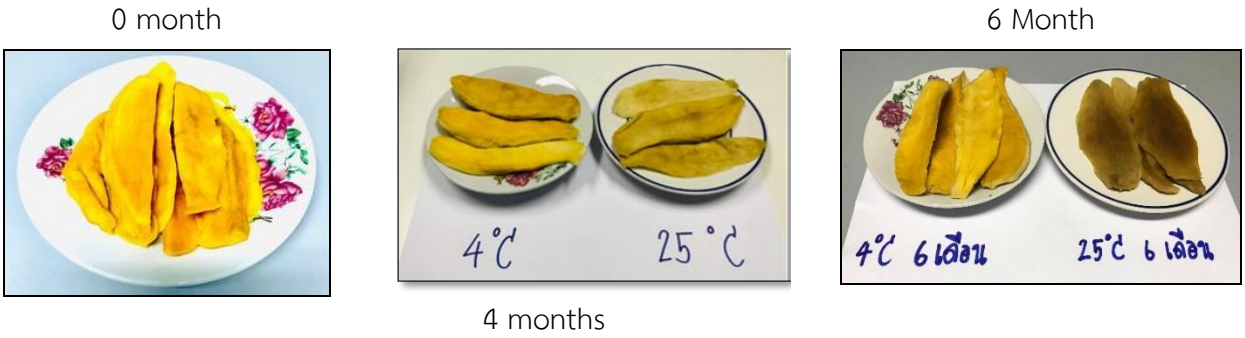


Figure 9 Storage of dried mango at temperature of 4-8 ℃ and 25 ℃ for the periods of 0 2 4 and 6 months

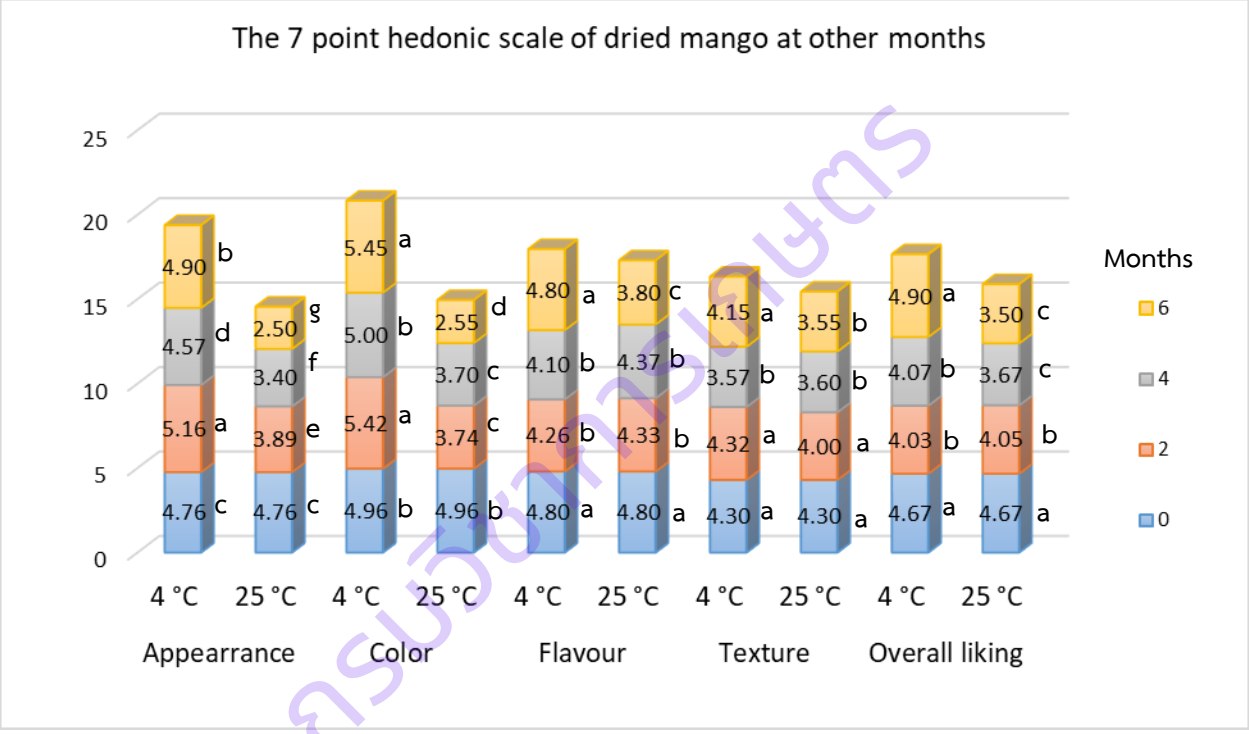


Figure 10 Sensory scores of dried mangoes using an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin and rebaudioside A at other mounts.

กรมวิทยาศาสตร

Table 11 The microbial testing of dried mango at the storage period for 6 months.

Periods (months)	Temp. (° C)	microbial					
		Total Plate Count (CFU/g)	*Escherichia coli* (MPN/g)	*Clostridium perfingens* (CFU/g)	*Staphylococcus aureas* (CFU/g)	*Salmonella spp.* (per 25 g)	Yeasts and Molds (CFU/g)
0	25	10	<3.0	<10	<10	Not Detected	< 10
2	4-8	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
	25	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
4	4-8	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
	25	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
6	4-8	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
	25	<10	<3.0	<10	<10	Not Detected	<10
TIS standard*		$\leq 1 \times 10^4$	≤ 3	Not Detected	Not Detected	Not Detected	$\leq 1 \times 10^2$
CMU standard**		$\leq 1 \times 10^6$	≤ 3	-	≤ 10	Not Detected	$\leq 1 \times 10^3$

*Refer to TIS 919-2532 Industrial Standard, dried fruit

**Refer to CMU 11/2558 Community Product Standards, Dried Vegetables and Fruits Compote

Table 12 Cost of Dried mango and rambutan for another osmotic solutions

Methods		1	2	3	4	5
Products		Dried mango with sucrose an osmotic solution	Dried mangoes with an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin and rebaudioside A	Dried rambutan with sucrose an osmotic solution	Dried rambutan with an osmotic solution of erythritol sugar with glycerin	Dried rambutan with an osmotic solution of maltitol sugar with glycerin
Fruit's price 10 kg. (Bath)	Mango	220	220	-	-	-
	Rambutan	-	-	350	350	350
	fruit's pulp (kg)	5.38	5.38	2.8	2.8	2.8
Calcium chloride solution (Bath)	Calcium chloride	4.525	4.525	2.352	2.352	2.352
	Citric acid	107.74	107.74	3.864	3.864	6.864
Osmotic	Sucrose	139.37	-	48.664	-	-

กรมวิชาการเกษตร

solution (Bath)	Erythritol	-	605.59	-	206.39	-
	Maltitol	-	-	-	-	230.3
	Glycerin	-	620.4	-	66.08	52.864
	Reabaudioside A	-	51.855	-	-	-
	Citric acid	4.525	4.525	5.88	5.88	5.88
Electricity (Bath)	Time (hr)	15	10	15	15	15
	Unit (kwh)	22.53	15.02	22.53	22.53	22.53
	Price (Bath)	88.06	58.71	88.06	88.06	88.06
Total cost (Bath)		564.22	1673.34	498.82	722.63	736.32

*Calculated from Thai electricity bill type 2, small businesses at normal rate 3.9086 baht / unit.

**Electricity from hot air incubator, code 6640-016-0002 สวป (กวป) 2/31

กรมวิชาการเกษตร