

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส โดยใช้วัตถุดิบคือลูกจากของชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่า เพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และเป็นการสร้างทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค โดยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากสด และวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช136 /25550) และได้มีการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ด้วย รวมทั้งดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสแก่วิสาหกิจชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของลูกจากสด พบว่า ลูกจากสดมีเนื้อนุ่ม สีขาวนวล มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 11.72 ± 2.61 กรัม และขนาดเฉลี่ยด้านความกว้าง ความยาว และความหนาเท่ากับ 41.77 ± 2.57 มิลลิเมตร 27.41 ± 1.03 มิลลิเมตร และ 12.35 ± 1.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่า L^* a^* และ b^* ของลูกจากสด พบว่า มีค่าเท่ากับ 49.19 ± 0.74 0.18 ± 0.04 และ 1.98 ± 0.15 ตามลำดับ คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากสด พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 6°Brix ค่า a_w เท่ากับ 0.97 ± 0.01 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับ $88.82 \pm 0.01\%$ $0.92 \pm 0.04\%$ $0.02 \pm 0.00\%$ $9.47 \pm 0.03\%$ $0.78 \pm 0.01\%$ ตามลำดับ และปริมาณใยอาหาร เท่ากับ $4.33 \pm 0.01\%$

2. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า เมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่า WL และ SG ในผลิตภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าสีของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่า L^* และ b^* ลดลงเล็กน้อย เมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น และจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเท่ากับ 1:3 และเมื่อ

พิจารณาร่วมกับค่า WL และ SG งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 ในการศึกษาการประยุกต์ใช้สีธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มสีส่นให้แก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

3. ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติเพื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเลือกใช้สีน้ำเงินอมม่วงจากดอกอัญชัน สีเหลืองและสีส้มอมแดงจากฝาง และสีดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 สี ที่มีปริมาณความชื้น ค่า a_w และคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550)

4. ผลทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ณ สภาวะเร่ง พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านสีและความชอบโดยรวมลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นโดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สี สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 50°C ทั้งนี้ ค่า L^* ที่บ่งชี้การยุติการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สีดั้งเดิม สีเหลือง สีส้มอมแดง และสีน้ำเงินอมม่วง มีค่าที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 33 35 36 และ 29 ตามลำดับ โดยใช้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้งสองด้านต่ำกว่า 5 มาเป็นเกณฑ์ และจากสมการอาร์เรเนียสสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สีดั้งเดิม สีเหลือง สีส้มอมแดง และสีน้ำเงินอมม่วง มีค่าเท่ากับ 96 92 113 และ 99 วัน ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สี มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550)

5. ผลการดำเนินงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสให้แก่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านนาเกลือ ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และผู้สนใจทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. ลูกจากสดในพื้นที่ตำบลแหลมฟ้าผ่า มีเนื้อนุ่ม สีขาวนวล มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 11.72 ± 2.61 กรัม และขนาดเฉลี่ยด้านความกว้าง ความยาว และความหนา เท่ากับ 41.77 ± 2.57 มิลลิเมตร 27.41 ± 1.03 มิลลิเมตร และ 12.35 ± 1.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าลูกจากสดที่พบในประเทศมาเลเซีย (มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 19.60 ± 0.8 กรัม และความยาว เท่ากับ 45.00 ± 0.50 มิลลิเมตร) (Prasad *et al.*, 2013) ส่วนด้านคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับลูกจากสดที่พบโดยทั่วไปในหลายพื้นที่ (Pramila and Shiro, 2011)

2. ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า เมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่า WL และ SG ในผลิตภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์ของลูกจากกับสารละลายน้ำตาล โดยเกิดเป็นแรงขับ (driving force) (Falade *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นข้อดีในการดึงน้ำออกจากวัตถุดิบได้อย่างรวดเร็ว (Azoubel and Murr, 2004) ในส่วนของค่าสีของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่า L^* และ b^* ลดลงเล็กน้อย เมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ค่าสี จัดเป็นดัชนีชี้วัดตัวหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยการเปลี่ยนแปลงสีระหว่างกระบวนการออสโมซิสและกระบวนการอบแห้ง ถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง (Osorio *et al.*, 2007) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์แช่อิ่มนั้น เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) (Ames, 2003) และจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเท่ากับ 1:3 ดังนั้นเมื่อพิจารณาร่วมกับค่า WL และ SG ที่อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 จึงมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และลดปัญหาด้านการจัดการกับสารละลายน้ำตาลเหลือทิ้ง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของวนิดา สระทองคำ (2543) ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยออสโมซิส ที่พบว่า อัตราส่วนระหว่างฟักทองต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่า WL และ SG ในผลิตภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารละลายน้ำตาลที่มากเกินไปจะช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเนื่องจากน้ำที่ถูกกำจัดออกจากวัตถุดิบในระหว่างกระบวนการออสโมซิส

3. ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติเพื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเลือกใช้สีม่วงจากดอกอัญชัน สีแดงและสีส้มจากฝาง และสีดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 สี ที่มีปริมาณความชื้น ค่า a_w และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งมีปริมาณน้ำตาลสูง น้ำตาลสามารถเข้าไปแทนที่น้ำในผลิตภัณฑ์ ทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง (ดวงสุตา เตโชติรส และคณะ, 2552) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์นั่นเอง

4. ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นจะใช้เวลานาน ดังนั้น จึงมีวิธีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ณ สภาวะเร่ง โดยอาศัยวิธีทางจุลศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินอายุการ

เก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้เวลาสั้นลง (Polydera *et al.*, 2005) โดยค่า L^* ที่บ่งชี้การยุติการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สีดั้งเดิม สีเหลือง สีส้มอมแดง และสีน้ำเงินอมม่วง มีค่าที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 33 35 36 และ 29 ตามลำดับ มาเป็นเกณฑ์ และจากสมการอาร์เรสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สีดั้งเดิม สีเหลือง สีส้มอมแดง และสีน้ำเงินอมม่วง มีเท่ากับ 96 92 113 และ 99 วันตามลำดับ ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สี มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550)

5. ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสให้แก่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านนาเกลือ ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการนำลูกจากมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการจำหน่าย โดยผู้เข้าร่วมโครงการอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งมีโอกาสและความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นสินค้าของกลุ่มเพื่อการจำหน่ายอีกชนิดหนึ่ง โดยได้นำเสนอว่าจะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเสนอแก่สำนักงานพัฒนาชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ดูแลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มนี้เห็นชอบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดที่จะจำหน่ายในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

1.1 กระบวนการออสโมซิสที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นกระบวนการออสโมซิสแบบช้า จึงต้องมีการควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ โดยการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์โดยการลวกด้วยน้ำร้อนก่อนนำไปใช้ รวมทั้งจะต้องต้มน้ำเชื่อมให้เดือดทุกวัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และในระหว่างกระบวนการออสโมซิส จะต้องให้ลูกจากจมอยู่ในน้ำเชื่อมและให้เหลืออากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดการถ่ายโอนมวลได้อย่างสมบูรณ์

1.2 เนื่องจากคุณภาพของวัตถุดิบเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการเลือกลูกจากมาใช้ ไม่ควรเลือกลูกจากที่แข็งเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แข็งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

1.3 สามารถนำน้ำเชื่อมที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสแล้ว มาปรับความเข้มข้นแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ แต่ทั้งนี้จะต้องระวังเรื่องการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ซึ่งแก้ปัญหาโดยการต้มน้ำเชื่อมให้เดือดทุกครั้งก่อนนำไปใช้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาสารอาหารที่มีประโยชน์อื่นๆ เช่น สารพฤกษเคมี (phytochemical) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และปริมาณวิตามินเอทั้งในลูกจากสดและผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อบแห้ง

2.2 ควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือของลูกจากและน้ำเชื่อมที่เหลือหลังเสร็จสิ้นกระบวนการออสโมซิส เช่น นำไปผลิตเป็นแยมลูกจาก หรือนำไปผลิตเป็นทอฟฟี่ลูกจาก เป็นต้น เพื่อก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด