

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยและการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนเพื่อการพึ่งพาตนเอง: กรณีศึกษาการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นแผนงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า (value added product) จากผลิตภัณฑ์จาก ได้แก่ ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส และเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก และเพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส โดยคาดหวังให้ผลการวิจัยมีส่วนช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ในการดำเนินงานประกอบด้วยโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย 3 โครงการ ซึ่งเป็น การวิจัยประเภทการวิจัยประยุกต์และการพัฒนาทดลอง (experimental development) สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากต้นจาก

ในการดำเนินการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากต้นจากในครั้งนี้ จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้านที่มีผลิตภัณฑ์จากต้นจากอยู่เดิมและมีความสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ลูกจากแช่อิ่มอบแห้ง และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก โดยสรุปได้ ดังนี้

1.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

(1) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของลูกจากสด พบว่า ลูกจากสดมีเนื้อนุ่ม 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 ค่า L^* a^* และ b^* ของลูกจากสด พบว่า มีค่าเท่ากับ 49.19 ± 0.74 0.18 ± 0.04 และ 1.98 ± 0.15 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากสด พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 6 องศาบริกซ์ 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 ± 0.01 ตามลำดับ และใยอาหาร เท่ากับ $4.33 \pm 0.01\%$

(2) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส ใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเริ่มต้น 30 องศาบริกซ์ และเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลวันละ 10 องศาบริกซ์ จนได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 60 องศาบริกซ์ พบว่า อัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลที่เหมาะสมในขั้นตอนการแช่อิ่ม คือ อัตราส่วน 1:3 โดยใช้เวลาดังกล่าว 4 วัน และเมื่อนำลูกจากแช่อิ่มทั้ง 4 ทริตเม้นต์มาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะต้องใช้เวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นและค่า a_w เป็นข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550) โดยผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสทั้ง 4 ทริตเม้นต์ จากผู้บริโภครวมไปจำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมมีค่าสูงที่สุดเมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเท่ากับ 1:3 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปศึกษาการประยุกต์ใช้สัทธิรมชาติมาเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มสีส้มให้แก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

(3) การศึกษาการประยุกต์ใช้สัทธิรมชาติมาเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มสีส้มให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยใช้สีน้ำเงินอมม่วงจากดอกอัญชัน สีเหลืองและสีส้มอมแดงจากฝาง และสีดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 สี มาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนด้านสีและความชอบโดยรวมสูงที่สุดในผลิตภัณฑ์สีเหลืองและสีแดงตามลำดับ รองลงมาคือสีดั้งเดิม โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สี มีปริมาณความชื้นค่า a_w และคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550)

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

1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

(1) ขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำหวานจากมี 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์ใช้เวลาในการหมักประมาณ 12 วัน ได้น้ำหมักแอลกอฮอล์น้ำหวานจากที่มีค่าความเป็น

กรด-ต่างเท่ากับ 4.05 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 11.5 องศาบริกซ์ และปริมาณแอลกอฮอล์ 11.8% ในขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูด้วยเทคนิคการหมักในถาดสแตลเลส (rapid-tray-culture method) ใช้เวลาการหมัก 7 วัน ได้น้ำส้มสายชูหมักที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.07 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 9 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติก 5.75%

(2) ในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ได้มีการสำรวจแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก โดยวิธีการสนทนากลุ่มกับตัวแทนกลุ่มวิชาชีพชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 คน ได้แนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสมน้ำหวานจาก สูตรผสมน้ำอัญชัน สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน และสูตรผสมน้ำฟักข้าว โดยกำหนดให้ใช้น้ำส้มสายชูหมักเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ เพื่อเน้นความมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

(3) ขั้นตอนพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก ได้ทำการผลิตเครื่องดื่มสูตรต้นแบบโดยคำนวณอัตราส่วนผสมเพื่อสร้างสูตรต้นแบบให้มีปริมาณกรดอะซิติก และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดใกล้เคียงกับค่าดังกล่าวในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในท้องตลาด แล้วนำผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีสเกลความพอดี (just-about-right scale, JAR) แบบ 5 สเกล เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง และวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุด สามารถสรุปได้ว่า

1) สูตรผสมน้ำหวานจาก ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% และน้ำหวานจากที่ 12 องศาบริกซ์ 92.31% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง (7.45 ± 0.72)

2) สูตรผสมน้ำอัญชัน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำอัญชัน 80.77% ที่เตรียมจากดอกอัญชันแห้ง 10 กรัม แช่ในน้ำเดือด 1 ลิตร ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.71 ± 0.67)

3) สูตรผสมน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 15.38% และน้ำกระเจี๊ยบพุทราจีน 76.92% ที่เตรียมจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง 35 กรัม ต้มรวมกับเนื้อพุทราจีนแห้งไม่มีเมล็ด 35 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.82 ± 0.67)

4) สูตรผสมน้ำฟักข้าว ประกอบด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก 7.69% น้ำผึ้ง 11.54% และน้ำฟักข้าว 80.77% ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.83 ± 0.79)

(4) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากทั้ง 4 สูตร สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดอะซิติกไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และผลิตภัณฑ์ทุกสูตรยังมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

2. ผลการสร้างและทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับการอบแห้งลูกจากเพื่อวิสาหกิจชุมชน

จากการศึกษาปัจจัยของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลูกจากอบแห้ง สามารถสรุปการวิจัยออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

2.1 เครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตู้อบแห้งขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 30 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร x 60 เซนติเมตร ทำจากเหล็กกล้าพ่นสีและหุ้มฉนวนกันร้อน ใส่ถาดอบแห้งอาหารได้ 3 ชั้น ใช้ท่อนำความร้อนที่ได้รับความร้อนมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ด้านบนของตู้อบแห้งติดมอเตอร์พัดลมระบายความร้อน มีสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิของตู้อบแห้งแบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์บันทึกค่าอุณหภูมิในการอบแห้ง โดยตู้อบแห้งติดตั้งร่วมกับแผงรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้ทำมุม 30 องศา โดยด้านรับแสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้

2.2 การทดลองวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง พบว่า อุณหภูมิและเวลาของท่อนำความร้อนที่ได้รับความร้อนมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ได้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้ง 98.3 องศาเซลเซียส ขณะที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิเฉลี่ย 37.1 องศาเซลเซียส และความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ย 750.58 W/m^2 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในเครื่องอบค่อนข้างสูง และสภาพพื้นที่ทดลองเป็นลานคอนกรีตซึ่งสะท้อนความร้อนออกมา

2.3 ความชื้นมาตรฐานแห้ง จะลดลงเมื่อเวลาและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และความชื้นเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเนื้อลูกจาก เมื่อเทียบกับมวลชิ้น ความชื้นที่ลดลงในลูกจากเนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ตังน้ำออกจากลูกจากได้เร็วขึ้นส่งผลให้ความชื้นลดลงตาม

2.4 ค่าความสามารถในการอบแห้งลูกจาก โดยมีความชื้นเริ่มต้น 65.70% dry-basis และความชื้นสุดท้ายหลังการอบแห้งแต่ละช่วงอุณหภูมิที่ใช้ออบ 20.54% dry-basis และพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นจะใช้เวลาอบแห้งลดลง การทดลองควบคุมอุณหภูมิ ที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงช่วงเวลา 11.30 ถึง 14.00 น. เนื่องจากได้รับความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์มาก หลังจากนั้นอุณหภูมิจะลดลง การทดลองควบคุมอุณหภูมิ ที่ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วงเช้าจะมีก้อนเมฆมาบดบังแผงรับความร้อนเป็นระยะๆ และอุณหภูมิสูงขึ้นช่วงเวลา 12.00 น. ถึง 14.30 น. เนื่องจากได้รับความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์มากในช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นอุณหภูมิจะลดลง และการทดลองควบคุมอุณหภูมิ ที่ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเวลา 13.30 น. เนื่องจากได้รับความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์มาก

2.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มค่าและคุ้มทุนจากการใช้เครื่องอบแห้งลูกจากพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า เงินลงทุนสำหรับสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งโดยประมาณ 30,000 บาท เมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งไฟฟ้าขนาด 1,000 W ราคา 20,000 บาท รวมค่าพลังงานไฟฟ้า 6,840 บาทต่อปี จากการใช้งานเครื่อง 6 ชั่วโมงต่อวัน โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส คิดเป็นเงินลงทุน 26,480 บาทต่อปี ดังนั้นจำเป็นต้องผลิตตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป จึงจะทำให้เกิดความคุ้มทุน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งไฟฟ้าทั่วไป เครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 1 ปี กับ 48 วัน

3. ผลการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน

ในการส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน เมื่อมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นใหม่ และพัฒนาเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตลูกจากเชื่อมอบแห้งแบบออสโมซิส ได้มีการดำเนินการเป็น 6 ส่วน ดังนี้

3.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน โดยจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการการผลิต ดังนี้

(1) ลูกจากเชื่อมอบแห้งแบบออสโมซิส ให้แก่กลุ่มสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและผู้สนใจใจทั่วไป ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 30 คน ผลการประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้อยู่ในระดับมากที่สุด

(2) เครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก และแจกคู่มือการผลิตเครื่องต้มน้ำส้มสายชูสูตรต่างๆ ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเทคโนโลยีการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก จำนวน 26 คน พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดอบรมในระดับมาก

3.2 การวิเคราะห์จุดเด่นของผลิตภัณฑ์

(1) ลูกจากเชื่อมอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า ผลิตภัณฑ์มีจุดเด่น ดังนี้

- 1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นมาสร้างมูลค่าเพิ่ม
- 2) มีสีสันสวยงาม ช่วยดึงดูดใจผู้บริโภค
- 3) มีความแปลกใหม่

4) มีการใช้สีจากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความปลอดภัยต่อการบริโภค และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใยอาหารสูง โดยมีปริมาณใยอาหารทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ จากการคำนวณประมาณการ เท่ากับ 6.56%

(2) เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก

1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณประโยชน์เชิงสุขภาพ โดยผสมคุณประโยชน์จากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูหมัก คุณประโยชน์จากน้ำผึ้ง และสารพฤษเคมีต่างๆ จากน้ำสมุนไพร และน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม

2) ทำจากวัตถุดิบที่พบมากในพื้นที่ ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถแสดงอัตลักษณ์ของชุมชนได้ สอดคล้องกับโครงการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ที่ชุมชนกำลังดำเนินการอยู่

3.3 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และฉลากสินค้า

(1) ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และฉลากสินค้า ดังนี้

1) บรรจุภัณฑ์มีลักษณะเป็นกล่องพลาสติกใส ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน และช่วยดึงดูดใจผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อ

2) ฉลากสินค้า มีรูปโฉมงามจากและใบจากเป็นตราสัญลักษณ์ มีการระบุชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนักบรรจุ และสถานที่ผลิต โดยใช้ตัวอักษรสีแดงและดำ

(2) เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และฉลากสินค้า ดังนี้

1) บรรจุภัณฑ์มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ทรงกลม ขนาดบรรจุ 45 มิลลิลิตร ผาขวดทำจากโลหะสีทอง ทำให้สินค้าดูดี มีระดับ มีมาตรฐาน และช่วยดึงดูดใจผู้บริโภคได้

2) ฉลากสินค้า มีรูปโฉมงามจากและใบจากเป็นตราสัญลักษณ์ มีการระบุชื่อผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบโดยประมาณ ปริมาตรบรรจุ สถานที่ผลิต และคำเตือน “อาจมีตะกอนที่เกิดจากธรรมชาติซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค”

3.4 การคำนวณต้นทุนการผลิต

(1) ต้นทุนการผลิตลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสแบบประมาณการ โดยคำนวณเฉพาะต้นทุนที่เกิดจากวัตถุดิบ พบว่า ลูกจากสด 1 กิโลกรัม สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ลูกจาก แช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสได้ประมาณ 660 กรัม โดยคิดเป็นต้นทุนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29.659-31.477 บาท/ปริมาณ 150 กรัม เมื่อรวมราคาบรรจุภัณฑ์ใบละ 1.300 บาท จะได้ต้นทุนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 30.959 - 32.777 บาท/กล่อง (ปริมาณ 150 กรัม) ซึ่งประมาณการราคาขายต่อกล่อง เท่ากับ 45 บาท จะได้กำไรอยู่ในช่วง 12.514-14.041 บาท คิดเป็น 37.291-45.354%

(2) ต้นทุนการผลิตเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจากแบบประมาณการ โดยคำนวณเฉพาะต้นทุนที่เกิดจากวัตถุดิบ และราคาขวดแก้ว พบว่า ต้นทุนผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูแต่ละสูตรอยู่ที่ประมาณ 5.53 – 8.44 บาท หากประมาณการต้นทุนดำเนินการเท่ากับ 50% ของต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์นี้จะอยู่ที่ 8.30 – 12.66 บาท หากกำหนดราคาขายต่อขวดเท่ากับ 20 บาท จะได้กำไรอยู่ในช่วง 7.34 – 11.70 บาท เป็นกำไรร้อยละ 57.98 – 140.96 จากราคาทุน หรือเท่ากับกำไร 36.70 – 58.50% จากราคาขาย

3.5 การวิพากษ์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

จากผลการประชุมของคณะผู้วิจัย ได้มีการนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบเสนอแก่ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อร่วมกันวิพากษ์และให้ข้อคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบในด้านต่อไปนี้ ได้แก่ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ฉลากและตราสัญลักษณ์ ราคาขาย และประเมินความชอบผลิตภัณฑ์ในภาพรวม พบว่า ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้ความพึงพอใจในทุกด้าน

3.6 การศึกษาความเป็นไปได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการหาช่องทางจัดจำหน่ายสินค้า ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งมีโอกาสและความเป็นไปได้สูง และได้นำเสนอว่าจะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเสนอแก่สำนักงานพัฒนาชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ดูแลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มนี้เห็นชอบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดที่จะจำหน่ายในอนาคต

สำหรับข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความสนใจผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมัก และเครื่องต้มน้ำส้มสายชูอย่างมาก แต่ยังไม่มีความพร้อมในการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ เนื่องจากหาวัตถุดิบได้ยาก เพราะขาดผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการเก็บน้ำหวานจาก ทั้งนี้ มีผู้เสนอให้ศึกษาการใช้ลูกจากเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชู โดยเฉพาะลูกจากแก่ที่ไม่สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารได้ เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องต้มน้ำส้มสายชูต่อไป

อภิปรายผล

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า เมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่า WL และ SG ในผลิตภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์ของลูกจากกับสารละลายน้ำตาล โดยเกิดเป็นแรงขับ (driving force) (Falade *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นข้อดีในการดึงน้ำออกจากวัตถุดิบได้อย่างรวดเร็ว (Azoubel and Murr, 2004) และจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่ออัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลเท่ากับ 1:3 ดังนั้นเมื่อพิจารณาพร้อมกับค่า WL และ SG ที่อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 จึงมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และลดปัญหาการจัดการกับสารละลายน้ำตาลเหลือทิ้ง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิดา สระทองคำ (2543) ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยออสโมซิส ที่พบว่า อัตราส่วนระหว่างฟักทองต่อสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่า WL และ SG ในผลิตภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารละลายน้ำตาลที่มากเกินไปจะช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเนื่องจากน้ำที่ถูกกำจัดออกจากวัตถุดิบในระหว่างกระบวนการออสโมซิส

ในการวิเคราะห์จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส พบว่า ผลิตภัณฑ์มีจุดเด่น คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่น มีสีสวยงาม และแปลกใหม่ โดยมีการใช้สีจากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ มีความปลอดภัยต่อการบริโภค และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใยอาหารสูง ส่วนจุดเด่นของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก พบว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณประโยชน์เชิงสุขภาพ ทำจากวัตถุดิบที่พบมากในพื้นที่ ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถแสดงอัตลักษณ์ของชุมชนได้ สอดคล้องกับโครงการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ที่ชุมชนกำลังดำเนินการอยู่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2556) ซึ่งได้รายงานว่าปัจจุบันมีกระแสความนิยมในการนำน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (apple cider vinegar) มาใช้เป็นเครื่องดื่มสำหรับบริโภคโดยผสมน้ำผึ้งและน้ำอุ่น ซึ่งมีรายงานว่าช่วยให้กระปรี้กระเปร่า สดชื่น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือช่วยให้ระบบต่างๆ ในร่างกายดีขึ้น รวมทั้งในรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2555) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการดื่ม น้ำส้มสายชูหมักกว่า ช่วยชะลอความแก่ ช่วยปรับสมดุลและกำจัดสารพิษในร่างกาย ช่วยในการนำไปใช้ของแคลเซียม ช่วยปรับสมดุลของน้ำหนัก ช่วยปรับระดับกรด-ด่างในร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุล ช่วยในเรื่องของการขับถ่ายให้ปกติ ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อและโรคเกาต์ ช่วยกำจัดนิ่วในไต และถั่งน้ำดี

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการหาช่องทางจัดจำหน่ายสินค้า ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งมีโอกาสและความเป็นไปได้สูง และได้นำเสนอว่าจะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเสนอแก่สำนักงานพัฒนาชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ดูแลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มนี้เห็นชอบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่จะจำหน่ายในอนาคตสอดคล้องกับรายงานของสันติ อิศรพันธุ์ (2550) ที่ระบุว่านอกจากเป็นแหล่งให้ชุมชนใช้ประโยชน์ทั้งของกินและของใช้ในชีวิตประจำวันแล้วยังรวมถึงผลิตภัณฑ์สร้างรายได้หลักและรายได้เสริมให้กับในชุมชน

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้เครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ลูกจากเพื่อวิสาหกิจชุมชน เครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นเรียกว่ารีคูเปอร์ ทิ้งพิจารณาได้จากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพ ดังนี้ จลนพลศาสตร์การอบแห้ง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกจากหลังการอบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจากการอบแห้ง การทดลองอบแห้งลูกจาก ได้ตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมภายในเครื่องอบแห้ง 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 750.58 W/m^2 ความชื้นเริ่มต้น 65.70% มาตรฐานแห้ง และความชื้นสุดท้าย 20.54% มาตรฐานแห้ง ซึ่งความชื้นจะลดลงเมื่อเวลาและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุสรานาดี และคณะ (2555) เรื่องจลนพลศาสตร์การอบแห้งใบเตยด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน การอบแห้งลูกจากด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถอบแห้งได้ดี และจะเห็นผลชัดเจนเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส แต่การตั้งค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมสตัท ซึ่งเป็นแบบอนาล็อกจึงทำให้อุณหภูมิเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

1.1 สูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส และเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหวานจาก สามารถนำไปผลิตได้จริง เป็นการสร้างอาชีพและรายได้เสริมให้แก่ชุมชน โดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นในเกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 ต้นแบบของเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ในการเคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งแต่ละครั้งต้องระมัดระวังชุดก่อนนำความร้อน เนื่องจากมีความเปราะบาง แตกง่าย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า (value added product) จากผลิตภัณฑ์ต้นจากชนิดอื่นๆ เพิ่มขึ้น แบบครบวงจร (attention economy) โดยเน้นการใช้ประโยชน์ส่วนอื่นๆ

ของต้นจาก ทั้งใบจาก ก้านใบ ลูกจากแก่ เป็นต้น ทั้งด้านผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ใช่อาหาร เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจอื่นๆ ที่มีผลิตภัณฑ์ด้านงานประดิษฐ์ สามารถผลิตสินค้าจากต้นจากเพื่อนำมาจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้แก่ชุมชนต่อไป

2.2 หลังเสร็จสิ้นกระบวนการเชื่อม พบว่ามีชิ้นลูกจากที่ไม่เป็นรูปครึ่งซีกของผล ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปอบแห้งต่อไป จึงควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือของลูกจากหลังการเชื่อม เช่น นำไปผลิตเป็นแยมลูกจาก หรือนำไปผลิตเป็นทอปปิ้งลูกจาก เป็นต้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด

2.3 ควรมีศึกษาแนวทางการส่งเสริมการตลาด เพื่อเพิ่มช่องทางในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น

2.4 ควรมีศึกษาวิจัยเพื่อสร้างฐานข้อมูลเกี่ยวกับต้นจาก และผลิตผลต้นจากของวิสาหกิจชุมชนต่างๆ ในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อส่งเสริมให้เป็นแหล่งเรียนรู้การแปรรูปผลิตผลต้นจาก และเป็นแหล่งท่องเที่ยวต่อไป

2.5 จากการสร้างและทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่ายังมีตัวแปรที่ยังไม่สามารถควบคุมได้ เช่น อนุวณกันความร้อนเนื่องจากยังมีความร้อนออกมานอกเครื่อง ทำให้เกิดความร้อนสูญเสียขึ้น ในอัตราการไหลเวียนของลมในการถ่ายเทความร้อนควรหาอัตราจุดสมดุลของการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสม

2.6 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถใช้งานได้ดีช่วงมีแดด ในขณะที่เดียวกันถ้าไม่มีแสงแดด หรือมีแดดน้อย เครื่องอบแห้งไม่สามารถใช้งานได้ จึงควรเพิ่มระบบฮีทเตอร์เพื่อให้เครื่องสามารถใช้งานได้เต็มที่ประสิทธิภาพ