

บทที่ 5

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมสับปรอดแคลอรีต่ำ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การทำเจลมาตรฐานจากเปกตินชนิด 150 เกรด ศึกษาการเกิดเจลโดยใช้สารข้นหนืดชนิดต่าง ๆ ทดลองทำแยมสับปรอดจากสารข้นหนืดที่ได้จากการศึกษาขั้นต้น ศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในแยมสับปรอด ศึกษาคุณภาพของแยมสับปรอดในระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้ง การประเมินผลทางประสาทสัมผัสระหว่างแยมสับปรอดแคลอรีต่ำกับแยมพลัมแคลอรีต่ำ และการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแยมสับปรอดแคลอรีต่ำที่ใช้สารให้ความหวานผสมกันระหว่างแอสพาร์เทมและซอร์บิทอลกับแยมสับปรอดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมเพียงอย่างเดียว สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การทำเจลมาตรฐานจากเปกตินชนิด 150 เกรด : เป็นการทดลองทำเจลมาตรฐานจากเปกติน 150 เกรด คือ การใช้ปริมาณน้ำตาล 150 กรัม ต่อปริมาณเปกติน 1 กรัม การทดลองทำเจลมาตรฐานจะควบคุมให้เจลมาตรฐานอยู่ในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 3.0 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ 65 องศาบริกซ์ ดังนั้นจึงต้องใช้ปริมาณเปกติน 65/150 เท่ากับ 0.43 กรัมจึงจะสามารถทำเจลมาตรฐานจากเปกตินชนิด 150 เกรดตามที่ต้องการได้ และเมื่อนำเจลมาตรฐานมาวิเคราะห์ทางกายภาพทางด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสทำการวัดหาค่าแรงทะลุ พบว่า เจลมาตรฐานมีค่าแรงทะลุอยู่ในช่วง 1.05-1.14 นิวตัน และมีค่าเฉลี่ยที่ 1.10 นิวตัน ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและลักษณะปรากฏของเจลมาตรฐานที่ได้จะใช้เป็นตัวแทนของเจลในอุดมคติเพื่อใช้เป็นแนวทางที่ถูกต้องในการพัฒนาเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมในการทดลองขั้นต่อไป

2. ศึกษาการเกิดเจลโดยใช้สารข้นหนืดชนิดต่าง ๆ : จากการทดลองได้ทำการเลือกใช้สารข้นหนืด 4 ชนิด คือ เปกตินเมธิลกลูโคไซด์, แคปปา-คาร์ราจีแนน, โลคัสปีนัม และโซเดียมอัลจิเนต เมื่อเริ่มทำการทดลองขั้นเริ่มต้น พบว่า สารข้นหนืดที่ไม่สามารถให้เจลที่มีลักษณะตามต้องการเมื่อเทียบเจลมาตรฐานได้ คือ โลคัสปีนัม และโซเดียมอัลจิเนต โดยเจลที่ได้จากโลคัสปีนัมมีลักษณะเหลวไม่สามารถเซ็ตตัวตามที่ต้องการได้ และสำหรับโซเดียมอัลจิเนตนั้นจะเกิดเจลขึ้นทันทีเมื่อโซเดียมอัลจิเนต

ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมออกไซด์ ดังนั้นจึงเลือกใช้สารชั้นเหนียวชนิดเปกตินเมธีออกซิลต่ำ และแคปปา-คาร์ราจีแนน ที่สามารถให้เจลที่มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับเจลมาตรฐานมาทำการศึกษาต่อไป

เมื่อทดลองหาระดับปัจจัยขององค์ประกอบในการเกิดเจลของสารชั้นเหนียวทั้ง 2 ชนิด พบว่า ลักษณะเจลที่มีการยอมรับมากที่สุด และมีเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับเจลมาตรฐานหรือเจลในอุดมคติ ได้จากการใช้

- เปกตินเมธีออกซิลต่ำ 0.7 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ และ แคลเซียมคลอไรด์ 3 เปอร์เซ็นต์ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเปกตินเมธีออกซิลต่ำ)
- แคปปา-คาร์ราจีแนน 0.6 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาล 25 เปอร์เซ็นต์ และ แคลเซียมคลอไรด์ 15 เปอร์เซ็นต์ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของแคปปา-คาร์ราจีแนน)

3. การทดลองทำแยมสับปะรดจากสารชั้นเหนียวทั้ง 2 ชนิด : เมื่อทดลองทำแยมสับปะรดโดยใช้เนื้อสับปะรดที่ปั่นละเอียดกับน้ำในอัตราส่วน 45:30 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.0-3.3 พบว่าแยมสับปะรดที่ทำจากสารชั้นเหนียวชนิดเปกตินเมธีออกซิลต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยของค่าการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าแยมสับปะรดที่ทำจากแคปปา-คาร์ราจีแนน และคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าในค่าการยอมรับโดยรวมและค่าที่แสดงเนื้อสัมผัสของแยม คือค่าความหนืดของแยม นั้นยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วย จึงตัดสินใจเลือกผลิตแยมสับปะรดโดยใช้สารชั้นเหนียวชนิดเปกตินเมธีออกซิลต่ำ

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของแยมสับปะรดที่ทำจากเปกตินเมธีออกซิลต่ำกับแยมสับปะรดในอุดมคติแล้ว พบว่า แยมสับปะรดที่ทำจากเปกตินเมธีออกซิลต่ำมีคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่สอบถามถึง ลักษณะสีที่ปรากฏ การกระจายของสับปะรด การกระจายตัวของเจล ความแข็งแรงของเจล ความหนืด กลิ่นสับปะรด รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 0.99, 0.96, 0.92, 0.92, 0.86, 0.94, 0.60, 1.48 และ 0.66 ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าคุณลักษณะส่วนใหญ่ของแยมสับปะรดที่ทำจากเปกตินเมธีออกซิลต่ำนั้นมีค่าใกล้เคียงกับแยมสับปะรดในอุดมคติ ยกเว้นคุณลักษณะที่บอกถึงรสชาติของแยม คือ รสหวานและรสเปรี้ยวที่ต้องทำการปรับปรุงต่อไป ซึ่งคุณลักษณะทั้งสองส่งผลถึงค่าการยอมรับโดยรวมด้วย

4. ศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในแยมสับปะรด : ศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล 2 ชนิดคือ แอสพาร์เทม และซอร์บิทอล ในการทำแยมสับปะรดโดยทำการปรับแยม

ให้มีความหวานเท่ากับสารละลายซูโครสที่ 40, 50 และ 60 องศาบริกซ์ พบว่า แยมสับปะรดที่ใช้สารให้ความหวานแอสพาร์เทมจะให้คุณลักษณะของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับค่าทางอุดมคติมากกว่าแยมที่ใช้สารให้ความหวานซอร์บิทอล โดยเฉพาะค่าการกระจายตัวของแยม, ค่าความแข็งแรงของแยม และค่าความหนืดของแยมนั้นยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วย และจากการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ แสดงให้เห็นว่า การใช้สารให้ความหวานแอสพาร์เทมในแยมสับปะรดนั้นจะให้แยมสับปะรดที่มีสีเหลืองสว่าง ในขณะที่การใช้ซอร์บิทอลจะให้แยมสับปะรดที่มีสีเหลืองคล้ำกว่า อีกทั้งการใช้แอสพาร์เทมในแยมนั้นไม่ทำให้โครงสร้างความแข็งแรงของเจลเปลี่ยนแปลงไป พิจารณาจากค่าแรงทะลุที่ได้จากแยมที่ใช้แอสพาร์เทมจะมีค่ามากกว่าแยมที่ใช้ซอร์บิทอล และค่าที่ได้ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วย

จากการพิจารณาโดยรวมควรเลือกใช้สารให้ความหวานแอสพาร์เทมในแยมสับปะรดเคลอรีต้า และควรเลือกใช้ที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ (ระดับความหวานเมื่อเทียบกับสารละลายซูโครสเข้มข้น 50 องศาบริกซ์) ทั้งนี้เพราะเป็นค่าที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของคุณลักษณะทางด้านรสชาติ อีกทั้งค่าการยอมรับโดยรวมก็มีค่ามากที่สุด

5. คุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมสับปะรดเคลอรีต้าที่ได้ มีค่าสีในรูปค่ามีอันเตอร์ ค่า L^* เท่ากับ 44.67 ค่า a^* เท่ากับ -1.74 และค่าสี b^* เท่ากับ 11.89 มีค่าแรงทะลุเท่ากับ 0.42 นิวตัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.31 มีปริมาณกรดทั้งหมด(เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก)เท่ากับ 0.77 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ มีค่าน้ำตาลรีดิวิตซ์ก่อนอินเวอร์ท น้ำตาลทั้งหมด และปริมาณแอสพาร์เทม เท่ากับ 4.16, 18.45 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานเท่ากับ 61.38 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ผลิตภัณฑ์แยมสับปะรดเคลอรีต้าที่ได้มีการยอมรับที่ดีของผู้บริโภคทั้งในด้านลักษณะสีของแยมสับปะรด การกระจายของสับปะรด การกระจายของแยม ความแข็งแรงของแยม ความหนืดแยม กลิ่นสับปะรด รสหวาน รสขม รสเย็นซ่า รสหวานติดลิ้น รสเปรี้ยวและการยอมรับโดยรวม โดยมีค่า mean ideal ratio score ของลักษณะดังกล่าวเท่ากับ 0.95, 1.00, 1.00, 0.95, 0.95, 0.95, 1.00, 0.99, 0.99, 0.96, 0.90 และ 0.90 ตามลำดับ

6. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมสับประรดแคลอรีต่ำ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของแยมสับประรดแคลอรีต่ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าสี L^* ค่าสี b^* แรงทะลุ และค่าความเป็นกรด-ด่าง มีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าสี a^* ปริมาณกรดทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ท มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสน่าจะมีอายุการเก็บอยู่ได้ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสน่าจะมีอายุการเก็บอยู่ได้นาน 6 สัปดาห์

7. การประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสระหว่างแยมสับประรดแคลอรีต่ำเปรียบเทียบกับแยมพลัมแคลอรีต่ำ พบว่า แยมสับประรดแคลอรีต่ำจะให้คุณลักษณะของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับค่าทางอุดมคติมากกว่าแยมพลัมแคลอรีต่ำ ทั้งนี้เพราะผู้ทดสอบชิมไม่ชอบรสชาติที่เปรี้ยว ความแข็งและความหนืดที่มากเกินไปของแยมพลัม คือมีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 1.45, 1.35 และ 1.32 ตามลำดับ อีกทั้งแยมพลัมยังมีเนื้อสัมผัสที่หยาบเกินไปอีกด้วย จึงเป็นเหตุให้ผู้บริโภคยอมรับแยมสับประรดแคลอรีต่ำมากกว่าแยมพลัมแคลอรีต่ำ

8. ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแยมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้สารให้ความหวานผสมกันระหว่างแอสพาร์เทมและซอร์บิทอลกับแยมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมเพียงอย่างเดียว : ทำแยมสับประรดแคลอรีต่ำโดยใช้แอสพาร์เทมและซอร์บิทอลผสมกันในปริมาณอย่างละครึ่งของระดับความหวานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดลองที่ 4 คือใช้แอสพาร์เทม 0.1 เปอร์เซ็นต์ และซอร์บิทอล 26.67 เปอร์เซ็นต์ กับการทำแยมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมในระดับความหวานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ 0.2 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แยมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมเพียงอย่างเดียวให้ลักษณะปรากฏทางด้านสี และลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของความแข็งและความหนืดแยมที่เข้าใกล้ค่า

ทางอุดมคติมากกว่าแอมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมและซอร์บิทอลผสมกัน และค่าที่ได้ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วย สำหรับลักษณะทางด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p > 0.05$ แต่อย่างไรก็ตามค่าการยอมรับโดยรวมของแอมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมเพียงอย่างเดียวก็มีค่าเข้าใกล้ค่าทางอุดมคติมากกว่าแอมสับประรดที่ใช้แอสพาร์เทมและซอร์บิทอลผสมกัน จึงกล่าวได้ว่าผู้บริโภคยอมรับแอมสับประรดแคลอรีต่ำที่ใช้แอสพาร์เทมเพียงอย่างเดียวมากกว่าแอมสับประรดที่ใช้แอสพาร์เทมและซอร์บิทอลผสมกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์แอมแคลอรีต่ำ สามารถทำได้โดยประยุกต์ทำแอมแคลอรีต่ำโดยเปลี่ยนผลไม้ในแอมได้ ควรเลือกใช้ผลไม้ที่มีปริมาณเปกตินไม่สูงนัก และไม่ควรมีเส้นใยมาก ทั้งนี้เพราะอาจมีผลต่อโครงสร้างของเจลได้
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำสารขึ้นเหนียวชนิดอื่นมาใช้ในการทำแอมแคลอรีต่ำ โดยอาจเลือกใช้สารขึ้นเหนียวชนิดอื่นหรือใช้ร่วมกับเปกตินเมธิลกลูซิเดตก็ได้ ทั้งนี้เพราะจากการทดลองพบว่าเกิดการแยกตัวของน้ำออกจากเจลขึ้น ดังนั้นควรเลือกสารขึ้นเหนียวที่สามารถให้โครงสร้างเจลที่แข็งแรงรวมทั้งมีความยืดหยุ่นได้ดีด้วย ซึ่งจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำภายในเจลได้ดีกว่า
3. ควรมีการศึกษาหาอายุการเก็บรักษาที่แน่นอน ทั้งนี้เพราะจากการทดลองทำแอมเป็นการทดลองภายในห้องทดลองจึงสามารถควบคุมสภาวะให้ปลอดภัยได้ง่ายกว่าการทำแอมในสภาวะจริง อีกทั้งวัตถุดิบสับประรดปั่นผสมกับน้ำที่ใช้ ได้มีการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการทดลองในคราวเดียว โดยทำการแช่แข็งสับประรดปั่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้วัตถุดิบมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นต่ำ
4. การยืดอายุการเก็บรักษาของแอมแคลอรีต่ำ อาจทำได้โดยการนำสารกันเสียมาใช้ในแอม โดยอาจเลือกใช้ แคลเซียมโพธิโอเนท ซึ่งนอกจากทำหน้าที่ช่วยในการสร้างโครงสร้างของเจลแล้ว ยังสามารถใช้เป็นสารกันเสียได้ด้วย