
การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมตาลโตนดลดพลังงาน

วรธร ป้อมเย็น, จิราภัทร โอทอง*, สุธิดา กิจจาวรเสถียร, วรลักษณ์ ป้อมน้อย และลัดดาวัลย์ กลิ่นมาลัย

Development of Energy-Reducing Palmyra (*Borassus flabellifer* L.) Jam

Vorathon Pomyen, Jirapat Othong*, Suthida Kitjavorasatien, Woralak Pomnoi
and Laddawan Klinmalai

อาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Lecturer of Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology
Phra Nakhon

* Corresponding author. E-mail address: Jirapat.O@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแยมตาลโตนดจากเนื้อตาลสุกและลอนตาล และการลดพลังงานในแยมตาลโตนด ซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตาลโตนดและพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยพบว่าเนื้อตาลสุกมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 90.38, 2.27, 0.38, 0.31, 0.43 และ 6.23 ตามลำดับ และให้พลังงานต่อ 100 กรัมเท่ากับ 39.14 กิโลแคลอรี ในขณะที่ลอนตาลมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 93.25, 0.94, 0.00, 0.34, 0.10 และ 5.37 ตามลำดับ และให้พลังงานต่อ 100 กรัมเท่ากับ 25.64 กิโลแคลอรี ศึกษาปริมาณอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกกับลอนตาลในแยมตาล 3 ระดับ คือ 25:75, 50:50 และ 75:25 พบว่าสัดส่วนของเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลที่เหมาะสมคือร้อยละ 25:75 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบมาก จึงนำมาศึกษาการลดปริมาณน้ำตาลในแยมตาลพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับการลดปริมาณน้ำตาลที่ระดับร้อยละ 25 มากที่สุด มีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล และมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งแยมตาลโตนดลดน้ำตาลร้อยละ 25 สามารถลดพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตลงได้ถึงร้อยละ 10.35 เมื่อเปรียบเทียบกับแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล

คำสำคัญ: แยม, ตาลโตนด, เนื้อตาลสุก, ลอนตาล

ABSTRACT

This research aims to develop palmyra palm jam from ripe palmyra fruit pulp and palmyra palm tender fruit endosperm and to reduce the energy content of palmyra jam. This creates added value for palmyra palm and develops more variety of jam products. Moisture, protein, fat, ash, crude fiber and carbohydrate contents of ripe palmyra fruit pulp were found to be 90.38, 2.27, 0.38, 0.31, 0.43 and 6.23%, respectively and the total energy per 100 g was 39.12 kcal while moisture, protein, fat, ash, crude fiber and carbohydrate contents of palmyra palm tender fruit endosperm were 93.25, 0.94, 0.00, 0.34, 0.10 and 5.37%, respectively and the total energy per 100 g was 25.64 kcal. The ratio of ripe palmyra fruit pulp and palmyra palm tender fruit endosperm was studied at 3 levels, 25:75, 50:50, and 75:25. The result showed that the ratio of ripe palmyra fruit pulp and palmyra palm tender fruit endosperm at the level 25:75 was the most acceptability by panelists. Therefore, it was selected to study sugar reduction in jam. The result showed that the 25% sugar reduction in jam was the most acceptability by panelists. The physical and chemical qualities were similar to the 0% sugar reduction in palmyra palm jam and the quality is within the criteria specified. When compared to palmyra palm jam with 0% sugar reduction, jam with 25% sugar reduction had up to 10.35% less energy from carbohydrates.

Keywords: Jam, Palmyra palm, Ripe palmyra fruit pulp, Palmyra palm tender fruit endosperm

บทนำ

ตาลโตนด (Palmyra Palm) เป็นพืชวงศ์เดียวกับมะพร้าว และปาล์ม ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น ผล และ ใบ คนไทยนิยมนำมาประกอบอาหาร สามารถใช้ประโยชน์ทางยาสมุนไพร และทำงานหัตถกรรมมาตั้งแต่สมัยโบราณ ใบตาลคนโบราณจะใช้แทนกระดาษเขียนหนังสือ ใบที่แห้งใช้มุงหลังคา หรือใช้ทำเป็นพัดขนาดใหญ่ หัวผลตาลอ่อน หรือหัวตาล นิยมนำมาประกอบอาหาร ผลตาลจะเมล็ดอยู่ด้านในเรียกว่า ลูกตาล เอาไว้รับประทานสด ๆ หรือนำไปทำลูกตาลลอยแก้ว ผลตาลแก่ที่มีส่วนเนื้อสีเหลืองสด จะนำมาคั้นแยกกากออก จะได้น้ำสีเหลือง มีกลิ่นหอม นำไปแต่งสีในอาหารหรือขนมต่าง ๆ ได้ เช่น ขนมตาล (อุทยานหลวงราชพฤกษ์, 2565) ซึ่งผลตาลสุกจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงทั้งแคลอรีที่น้อย ซึ่งมีปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผักและผลไม้อื่น เป็นหนึ่งในสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ที่ช่วยบำรุงสายตา ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง และมีใยอาหารสูง (Jansz et al., 2002)

แยมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากผัก ผลไม้ หรือสมุนไพรชนิดเดียวหรือ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกับสารให้ความหวาน อาจผสมกรดซิตริก เพกทิน น้ำผักหรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ แล้วทำให้มีความหนืดพอเหมาะ โดยลักษณะของแยมที่ดีจะต้องข้นหนืดหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทา ไม่ตกผลึก กรณีมีเนื้อผัก ผลไม้ หรือสมุนไพรต้องมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 342, 2547) แยมจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีการถนอมอาหารโดยใช้น้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ปริมาณน้ำตาลที่สูง

ในผลิตภัณฑ์แยมเป็นส่วนที่ช่วยลดค่า a_w ลงทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่งผลให้แยมมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยน้ำตาลจะจับกับโมเลกุลของน้ำโดยพันธะไฮโดรเจนส่งผลให้ค่า a_w ลดลง (อรพิน, 2554) นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยให้เพคตินสามารถเกิดเจลที่ได้ดีขึ้นอีกด้วยและเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรดเจลของเพคตินก็จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้แยมจึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานจากน้ำตาลที่สูงมาก ซึ่งหากบริโภคมากเกินไปจะก่อให้เกิดโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคอ้วนได้ ด้วยเหตุนี้การลดปริมาณน้ำตาลลงในแยมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งช่วยลดการบริโภคน้ำตาล แต่การลดน้ำตาลลงนั้นจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของแยมด้วย หากแยมมีปริมาณน้ำตาลน้อยจนเกินไปส่งผลให้แยมมีความเหลวมากเนื่องจากเพคตินเกิดเจลได้ไม่ดี และค่า a_w ในแยมมีค่าสูงขึ้นเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีส่งผลให้แยมมีอายุการเก็บรักษาที่ลดลง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแยมตาลโดนด โดยใช้เนื้อตาลสุกและลอนตาลและลดปริมาณน้ำตาลลง เพื่อพัฒนาให้แยมเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตลดลง เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมให้มีความหลากหลายมากขึ้นอีก ทั้งช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ตาลโดนด และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุกและลอนตาล
2. เพื่อศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนด
3. เพื่อศึกษาปริมาณการลดน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาแยมตาลโดนดมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุกและลอนตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตแยมตาลโดนด และศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลที่ใส่ลงในแยมตาลโดนด นำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรของแยมตาลโดนดที่เหมาะสม จากนั้นนำแยมตาลโดนดที่ได้มาศึกษาปริมาณการลดน้ำตาล และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนดที่ลดน้ำตาลเปรียบเทียบกับแยมตาลโดนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล เพื่อคัดเลือกระดับที่เหมาะสมสำหรับการลดน้ำตาลในแยมตาลโดนด

วิธีการศึกษา/วิธีการวิจัย

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุกและลอนตาล

นำลูกตาลโดนดสุกพันธุ์ตาลหม้อมาล้างให้สะอาด ลอกเปลือกสีน้ำตาลออกจนหมด เอาตาลออกเพื่อไม่ให้เนื้อมีรสขม นำลูกตาลโดนดไปยักกับน้ำที่ใส่น้ำตาลเล็กน้อยเพื่อนำเนื้อตาลออกมา จากนั้นกรองด้วยตะแกรงตาถี่ขนาด 80 เมชเพื่อนำเส้นใยออก นำเนื้อตาลโดนดที่ได้ใส่ผ้าขาวบาง 2 ชั้น ท่อให้แน่นและใช้ของหนักทับไว้นาน 1 คืน เพื่อเอาน้ำออก นำเนื้อตาลโดนดที่ได้ไปนึ่งในน้ำเดือด โดยกวนเนื้อตาลตลอดเวลา วัตถุดิบในจุดกึ่งกลางของเนื้อตาลโดนดจนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนึ่งต่ออีก 6 นาที ยกออกจากเตาพักไว้ (ดัดแปลงจากจินตนา และพรชนก, 2560) ส่วนลอนตาลนำมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือกสีน้ำตาลออกจนหมด ผ่ากลางออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นหั่นเป็นชิ้นขนาด 2*2 เซนติเมตร

นำเนื้อตาลสุกและลอนตาลไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร โดยวิธีของ AOAC (2000) และนำปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันที่ได้มาคำนวณเพื่อหาปริมาณพลังงานทั้งหมด

2. การศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนด

ตัดแปลงสูตรแยมตาลโตนดจากแยมสับปะรด โดยนำลอนตาลมาปั่นให้ละเอียดปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม (Blender; Otto BE-128, Thailand) นาน 1 นาที และปิดพักเครื่อง 30 วินาที โดยทำทั้งหมด 5 รอบ ใส่เนื้อตาลสุกและลอนตาล หนักรวม 400 กรัม ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ (เนื้อตาลสุก : ลอนตาล) ร้อยละ 25:75, 50:50 และ 75:25 ลงในกระทะทองเหลือง ตั้งไฟกลาง คนจนมีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แบ่งน้ำตาลทราย 700 กรัมเป็นสองส่วนโดยส่วนที่ 1 ผสมกับเพคติน 10 กรัม ค่อย ๆ โรยใส่เนื้อตาลสุกและลอนตาลแล้วคนจนน้ำตาลละลาย แล้วเติมน้ำตาลทรายส่วนที่ 2 จนหมด คนต่อไปด้วยอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนแยมเริ่มมีความหนืด เติมกรดซิตริกจากนั้นวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 68 °brix จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่าง), a* (ค่าสีแดง) และ b* (ค่าสีเหลือง) ด้วยเครื่อง Hunter Lab (Hunter Associates Laboratory, Inc, USA) ค่าความชื้นหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer (DV2T, USA) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter และค่า Water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter และการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ซึ่งเป็นนักศึกษา คณะเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 80 คน เพื่อคัดเลือกแยมตาลโตนดที่มีปริมาณเนื้อตาลและลอนตาลที่เหมาะสม สำหรับนำไปศึกษาปริมาณการลดน้ำตาลในแยมต่อไป

3. การศึกษาปริมาณการลดน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนด

นำแยมตาลโตนดที่มีปริมาณเนื้อตาลและลอนตาลที่เหมาะสมมาศึกษาปริมาณการลดน้ำตาล ในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือลดน้ำตาลร้อยละ 0 25 และ 50 โดยนำลอนตาลมาปั่นให้ละเอียดปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม (Blender; Otto BE-128, Thailand) นาน 1 นาที และปิดพักเครื่อง 30 วินาที โดยทำทั้งหมด 3 รอบ ใส่เนื้อตาลสุกและลอนตาลลงในกระทะทองเหลืองตั้งไฟกลาง คนจนมีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แบ่งน้ำตาลทรายเป็นสองส่วนโดยส่วนที่ 1 ผสมกับเพคตินค่อย ๆ โรยใส่เนื้อตาลสุกและลอนตาลแล้วคนจนน้ำตาลละลาย จากนั้นเติมน้ำตาลทรายส่วนที่ 2 จนหมด คนต่อไปด้วยอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนแยมเริ่มมีความหนืด เติมกรดซิตริกและวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 68 °brix จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่าง), a* (ค่าสีแดง) และ b* (ค่าสีเหลือง) ด้วยเครื่อง Hunter Lab ค่าความชื้นหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer (DV2T, USA) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter และค่า Water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด ด้วยวิธี AOAC (2000) และการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ซึ่งเป็นนักศึกษา คณะเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 80 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ในการประเมินคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี และ RCBD (Randomized Complete Block Design) ใน

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุกและลอนตาล

วัตถุดิบจากตาลโตนดสำหรับนำมาใส่ในแยมตาลโตนดมี 2 ชนิด คือ เนื้อตาลสุกและลอนตาล นำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พลังงานทั้งหมด ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุกและลอนตาลจากตัวอย่าง 100 กรัม

วัตถุดิบ	ปริมาณในหน่วยบริโภค 100 กรัม						
	พลังงาน (Kcal)	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	เส้นใยหยาบ	เถ้า
เนื้อตาลสุก	39.14±0.02	90.38±0.02	0.38±0.02	2.27±0.01	6.23±0.02	0.43±0.01	0.31±0.02
ลอนตาล	25.64±0.03	93.25±0.05	0.00±0.00	0.94±0.00	5.37±0.02	0.10±0.01	0.34±0.02

จากตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตาลสุก พบว่ามีพลังงาน 39.14 กิโลแคลอรี ความชื้นร้อยละ 90.38 ไขมันร้อยละ 0.38 โปรตีนร้อยละ 2.27 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.23 เส้นใยหยาบร้อยละ 0.43 และเถ้าร้อยละ 0.31 ส่วนลอนตาลมีพลังงาน 25.64 กิโลแคลอรี ความชื้นร้อยละ 93.25 ไขมันร้อยละ 0 โปรตีนร้อยละ 0.94 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.37 เส้นใยหยาบร้อยละ 0.10 และเถ้าร้อยละ 0.34

2. ผลการศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนด

นำแยมตาลโตนดที่มีเนื้อตาลสุกและลอนตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ (เนื้อตาลสุก : ลอนตาล) ร้อยละ 25:75, 50:50 และ 75:25 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความหนืด ค่า pH และค่า a_w

ตารางที่ 2 คุณภาพทางเคมี กายภาพของแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลทั้ง 3 อัตราส่วน

ตัวอย่าง	ค่าสี			ความหนืด (cps)	pH	a_w
	L^*	a^*	b^*			
25:75	15.25±0.00 ^c	14.98±0.02 ^c	23.80 ±0.04 ^c	627,000±562.32 ^a	3.82±0.03 ^a	0.69 ±0.01 ^b
50:50	16.43±0.04 ^b	16.16±0.01 ^b	25.85±0.00 ^b	612,000±359.02 ^b	3.68±.02 ^b	0.75±0.01 ^a
75:25	18.18±0.00 ^a	19.97±0.01 ^a	28.88±0.01 ^a	417,000±745.95 ^c	3.31±0.01 ^c	0.75±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของแยมตาลโตนดที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลสุกต่อลอนตาล 3 ระดับ คือ ร้อยละ 25:75, 50:50 และ 75:25 ในด้านสีพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของแยมตาลโตนดอัตราส่วน 75:25 สูงกว่าอัตราส่วน 25:75 และ 50:50 ส่วนในด้านความหนืดพบว่าแยมตาลโตนดที่มีอัตราส่วน 25:75 มีค่าความหนืดสูงกว่าอัตราส่วน 50:50 และ 75:25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คุณภาพทางเคมี คือค่า pH และค่า a_w ของแยมทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดที่มีอัตราส่วน 25:75 มีค่า pH สูงสุดแต่ค่า a_w ต่ำสุด

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของของแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลทั้ง 3 อัตราส่วน

การยอมรับทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างทางประสาทสัมผัส		
	25:75	50:50	75:25
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	8.15±0.66	8.38±0.67	8.10±0.50
สี	8.25±0.63 ^a	8.40±0.60 ^a	7.93±0.61 ^b
กลิ่น	8.00±0.60 ^a	8.15±0.53 ^a	7.53±0.80 ^b
รสชาติ	8.13±0.60 ^a	8.15±0.58 ^a	8.03±0.80 ^b
เนื้อสัมผัส	8.38±0.60 ^a	8.28±0.75 ^{ab}	8.03±0.80 ^b
ความชอบโดยรวม	8.33±0.57 ^a	8.53±0.57 ^a	7.88±0.64 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลทั้ง 3 อัตราส่วน มีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านลักษณะปรากฏไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลในอัตราส่วน 25:75 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยความชอบทุกด้านที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสร่วมกับคุณภาพทางกายภาพในด้านความหนืดของแยมตาลโตนดที่มีอัตราส่วน 25:75 และ 50:50 พบว่าที่อัตราส่วน 25:75 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสที่สูงกว่า ($p>0.05$) และมีค่าความหนืดที่เหมาะสม เนื้อเนียนไม่แข็งเกินไป สามารถป้ายบนขนมปังได้ แต่ไม่เหลวเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงเลือกแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลในอัตราส่วน 25:75 มาศึกษาการลดน้ำตาลต่อไป

3. ผลการศึกษาปริมาณการลดน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนด

นำแยมตาลโตนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลในอัตราส่วน 25:75 มาลดระดับน้ำตาลลงร้อยละ 25 และ 50 จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความหนืด ค่า pH และค่า a_w

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมี กายภาพของแยมตาลโตนดลดน้ำตาลทั้ง 2 ระดับ และแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล

ตัวอย่าง	ค่าสี			ความหนืด (cps)	pH	a _w
	L*	a*	b*			
ร้อยละ 0	14.75±0.00 ^c	22.97±0.01 ^a	24.04±0.00 ^a	610,500±892.06 ^a	3.85±0.03 ^a	0.70±0.00 ^c
ร้อยละ 25	16.35±0.00 ^b	16.16±0.07 ^b	21.95±0.04 ^b	608,500±954.65 ^b	3.50±0.00 ^b	0.73±0.00 ^b
ร้อยละ 50	20.03±0.08 ^a	11.10±0.03 ^c	19.45±0.02 ^c	601,000±523.14 ^c	2.96±0.02 ^c	0.75±0.01 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่าคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L*, a*, b*) และค่าความหนืดของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) มีค่าสี a*, b* และความหนืดมากที่สุด เท่ากับ 22.97, 24.04 และ 610,500 cps ตามลำดับ ค่า L* มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 14.75 ส่วนแยมตาลโตนดลดน้ำตาล ร้อยละ 50 มีค่า L* มากที่สุด เท่ากับ 20.03 ส่วนค่าสี a* b* และความหนืดมีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 11.10, 19.45 และ 601,000 cps ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่า pH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) มีค่า pH มากที่สุดเท่ากับ 3.85 ส่วนแยมตาลโตนดลดน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่า pH น้อยที่สุดเท่ากับ 2.96 ในด้านค่า a_w ของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) มีค่า a_w น้อยที่สุดเท่ากับ 0.70 ส่วนแยมตาลโตนดลดน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่า a_w สูงที่สุดเท่ากับ 0.75

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของแยมตาลโตนดลดน้ำตาลทั้ง 2 ระดับ และแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาลจากตัวอย่าง 100 กรัม

ตัวอย่าง	ปริมาณในหน่วยบริโภค 100 กรัม						
	พลังงาน (Kcal)	ความชื้น	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน ^{ns}	คาร์โบไฮเดรต	เส้นใยหยาบ	เถ้า
ร้อยละ 0	290.08±0.05 ^a	27.13±0.01 ^c	0.88±0.02	0.18±0.04	70.01 ±0.10 ^a	1.25±0.01 ^a	0.57±0.00 ^c
ร้อยละ 25	260.60±0.32 ^b	34.37±0.03 ^b	0.81±0.00	0.18±0.00	62.90±0.05 ^b	1.06±0.01 ^b	0.71±0.01 ^b
ร้อยละ 50	213.13±0.13 ^c	46.15±0.05 ^a	0.85±0.02	0.19±0.01	51.03±0.02 ^c	0.99 ±0.01 ^b	0.81±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าพลังงานทั้งหมด ความชื้น คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ และเถ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนโปรตีนและไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) มีค่าสูงที่สุดในด้านปริมาณพลังงานทั้งหมด 290.08

กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70.01 และเส้นใยหยาบร้อยละ 1.25 ในขณะที่ด้านความชื้นร้อยละ 27.13 และเถ้าร้อยละ 0.57 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนแยมตาลโตนดลดน้ำตาลร้อยละ 50 มีความชื้นร้อยละ 46.15 และเถ้าร้อยละ 0.81 มีค่ามากที่สุด ในขณะที่มีปริมาณพลังงานทั้งหมด 213.13 กิโลแคลอรี และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 51.03 มีค่าน้อยที่สุด (แสดงในตารางที่ 5)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนดลดน้ำตาลทั้ง 2 ระดับ และแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล

การยอมรับทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัส		
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 25	ร้อยละ 50
ลักษณะปรากฏ	8.38±0.62 ^a	8.40±0.54 ^a	8.00±0.71 ^b
สี	7.88±0.88 ^b	8.13±0.53 ^a	7.58±0.81 ^b
กลิ่น ^{ns}	8.30±0.69	8.38±0.62	8.20±0.51
รสชาติ	8.03±0.73 ^{ab}	8.26±0.64 ^a	7.85±0.66 ^b
เนื้อสัมผัส	8.23±0.62 ^a	8.05±0.84 ^{ab}	7.78±0.62 ^b
ความชอบโดยรวม	8.00±0.78 ^a	8.35±0.66 ^a	8.10±0.78 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวอนที่ต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโตนดลดน้ำตาลร้อยละ 25 มีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.40, 8.13, 8.38, 8.26, 8.05 และ 8.35 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก

ด้วยเหตุนี้ระดับการลดน้ำตาลที่ร้อยละ 25 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เพราะส่งผลให้แยมตาลโตนดมีคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0)

การอภิปรายผล

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมันตาลสุกและลอนตาล

เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบสำหรับทำแยมตาลโตนด คือ เนื้อมันตาลสุกและลอนตาล พบว่าเนื้อมันตาลสุกให้พลังงาน 39.14 กิโลแคลอรี มีความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ และเถ้า ร้อยละ 90.38, 0.38, 2.27, 6.23, 0.43 และ 0.31 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับวิจิตรา และคณะ (2561) ที่พบว่าเนื้อมันตาลสุกมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ และเถ้าร้อยละ 92.45, 0.49, 1.24, 2.53, 2.73 และ 0.55 ตามลำดับ (จินตนาและพรชนก, 2560) เนื้อมันตาลสุกที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ น้ำตาล สตาร์ช และเถ้าร้อยละ 90.0, 0.91, 1.58, 5.83, 0.04, 0.04 และ 0.60 ตามลำดับ ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมันตาลสุกมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของตาลโตนด ลักษณะของพื้นที่เพาะปลูก และกระบวนการเตรียมเนื้อมันตาลโตนดสุก ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลพบว่า ลอนตาลให้พลังงาน 25.64 กิโล

แคลอรี มีความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ และเถ้าร้อยละ 93.25, 0.00, 0.94, 5.37, 0.10 และ 0.34 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสำนักโภชนาการ (2561) ลอนตาลมีพลังงาน 45 กิโลแคลอรี ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยหยาบ และเถ้าร้อยละ 88.50, 1.00, 0.50, 7.65, 1.90 และ 0.50 ตามลำดับ ซึ่งลอนตาลมีความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ คาร์โบไฮเดรต

2. การศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ แยมตาลโตนด

2.1 ปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพของแยมตาลโตนด

อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพของแยมตาลโตนด โดยเมื่อเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นและลอนตาลลดลงส่งผลทำให้แยมตาลโตนดมีค่าสี (L^* , a^* และ b^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนความหนืดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการศึกษาของจินตนาและพรชนก (2560) พบว่าเนื้อตาลสุกไม่ผ่านความร้อนมีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 56.14, 26.52 และ 75.71 ตามลำดับ และเนื้อตาลสุกที่ผ่านกระบวนการนึ่งนาน 6 นาที มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 54.22, 23.59 และ 72.39 ตามลำดับ ดังนั้นเนื้อตาลสุกเมื่อผ่านความร้อนจะส่งผลให้ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ลดลง แต่การทำแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างนั้นมีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาเท่ากันทั้งหมด ทำให้อุณหภูมิไม่ส่งผลต่อค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของแยมตาลโตนด และเมื่อปริมาณของเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของแยมตาลโตนดเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนความหนืดพบว่าเมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นและลอนตาลลดลง ความหนืดจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากลอนตาลมีลักษณะเป็นก้อนแข็ง เมื่อผ่านความร้อน ปริมาณน้ำในลอนตาลระเหยออก ทำให้ลอนตาลมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อความหนืดของแยมตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น (ธีรนุชและจันทร์จนา, 2557) นอกจากนี้เนื้อตาลสุกมีความชื้นสูง และมีใยอาหารหยาบมากกว่าลอนตาล โดยใยอาหารมีองค์ประกอบเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เพราะมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเป็นจำนวนมาก สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ เส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี (จรรยา, 2564) จึงทำให้เนื้อตาลสุกที่มีใยอาหารมากสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าลอนตาล เมื่อแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างผ่านความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากัน น้ำที่อยู่ในเนื้อตาลสุกจึงระเหยออกได้ช้ากว่าน้ำในลอนตาล ความหนืดของแยมตาลโตนดที่มีสัดส่วนเนื้อตาลสุกสูงและลอนตาลน้อยจึงมีความหนืดที่น้อยที่สุด นอกจากนี้อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลส่งผลต่อค่า pH ของแยมตาลโตนด โดยเมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นและลอนตาลมีปริมาณลดลงค่า pH ของแยมตาลโตนดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากเนื้อตาลสุกพันธุ์ตาลหม้อมีค่า pH อยู่ที่ 4.17 (ภัทริธา, 2554) ซึ่งมีความเป็นกรด (pH น้อยกว่า 7) ด้วยเหตุนี้การเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกและลดปริมาณลอนตาลลง จึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรดของแยมเพิ่มขึ้นด้วย (ค่า pH ลดลง) นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดยังส่งผลต่อความหนืดของแยม เนื่องจากกรดช่วยให้เจลจากเพคตินสามารถเซตตัวได้ แต่ถ้าปริมาณกรดที่สูงขึ้นมาก จะมีผลทำให้น้ำถูกบีบออกจากเจล เกิดของเหลวแยกจากเจล ดังนั้นเมื่อค่า pH ลดลง แยมจึงมีความหนืดที่ลดลง มีความเหลวเพิ่มขึ้น (ณวรา, ม.ป.ป.; สุนิตา, 2545) ส่วนค่า a_w ของแยมตาลโตนดทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นและลอนตาลมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการอุ้มน้ำของใยอาหารทำให้น้ำตาลสุกที่มีใยอาหารมากกว่าลอนตาลมีการอุ้มน้ำมากกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกมากขึ้นส่งผลให้แยมตาลโตนดมีความชื้นสูงขึ้นจึงส่งผลให้ค่า a_w สูงขึ้นด้วย

2.2 ปริมาณของเนื้อตาลสุกและลอนตาลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนด

เมื่อนำแยมตาลโดนดที่มีอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลร้อยละ 25:75, 50:50 และ 75:25 ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านลักษณะปรากฏไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยมตาลโดนดที่ใช้เนื้อตาลสุกต่อลอนตาลในอัตราส่วน 50:50 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับอัตราส่วนร้อยละ 25:75 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยความชอบอยู่ในช่วง 8 คือชอบมาก เนื่องจากปริมาณของเนื้อตาลโดนดสุกและลอนตาลส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของแยมตาลโดนด ซึ่งเมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นและปริมาณลอนตาลลดลงทำให้แยมตาลโดนดมีสีเหลืองที่สว่างมากขึ้น มีกลิ่นของเนื้อตาลซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวที่แรงมากขึ้น และมีรสชาติเปรี้ยวมากขึ้นเนื่องจากเนื้อตาลสุกมีค่า pH ต่ำ แยมตาลโดนดจึงมีเนื้อสัมผัสเหลวและไม่จับตัวกันเป็นก้อนเหมือนแยมทั่วไป อาจเป็นเพราะสมบัติการอุ้มน้ำของใยอาหารในเนื้อตาลสุกด้วย และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมี ภายนอก ร่วมกับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนด พบว่าอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 25:75 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ส่งผลให้แยมตาลโดนดมีค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความหนืดที่เหมาะสม สามารถทาได้บนขนมปัง แยมตาลโดนดที่ได้มีค่า pH เท่ากับ 3.82 ซึ่งเป็นค่า pH ที่เชื้อแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วง pH ประมาณ 6.8 – 7.2 (นฤมล, 2562) และที่อัตราส่วนร้อยละ 25:75 มีค่า a_w ต่ำสุดเท่ากับ 0.69 ทำให้แยมตาลโดนดจัดเป็นอาหารที่อยู่ในกลุ่ม intermediate moisture food (IMF) คืออาหารที่มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.60 – 0.85 ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (นิธิยา, 2563) ด้วยเหตุนี้จึงเลือกแยมตาลโดนดที่มีอัตราส่วนเนื้อตาลสุกต่อลอนตาลร้อยละ 25:75 มาศึกษาการลดน้ำตาลต่อไป

3. การศึกษาปริมาณการลดน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมี ภายนอก และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโดนด

3.1 ปริมาณการลดน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมี ภายนอกของแยมตาลโดนด

ปริมาณการลดน้ำตาลส่งผลต่อค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความหนืดของแยมตาลโดนด เมื่อปริมาณน้ำตาลลดลงแยมตาลโดนดมีค่า L^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า a^* , b^* และค่าความหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสินินาถและคณะ (2563) ศึกษาแยมมะขามเทศที่ใส่มอลติทอลมากขึ้นมีค่า L^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า a^* และ b^* ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับแยมมะขามเทศใส่น้ำตาล เนื่องจากน้ำตาลเมื่อผ่านความร้อนจะเกิดปฏิกิริยา Caramelization ขึ้น โดยน้ำตาลที่โดนความร้อนสูงจะแตกตัวเป็นโมเลกุลที่เล็กลง ทำให้เกิดพอลิเมอร์เชิงซ้อนของสารประกอบคาร์บอน ส่งผลให้อาหารนั้นเกิดเป็นสีน้ำตาล (คาราเมล) มีความหนืด และความเหนียวเพิ่มขึ้น (เทวีกา, 2557) นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลยังส่งผลต่อความแข็งแรงของเจล โดยน้ำตาลจะจับกับเพคตินได้ดีขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรดทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายที่แน่นขึ้นจึงทำให้เจลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (ณัฐนิชา และคณะ, 2565) ด้วยเหตุนี้แยมตาลโดนดที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) ที่มีปริมาณน้ำตาลมากที่สุดจึงมีสีน้ำตาลเข้มค่า L^* จึงน้อยที่สุด และมีค่า a^* , b^* และค่าความหนืดสูงที่สุด การลดปริมาณน้ำตาลส่งผลให้แยมตาลโดนดมีค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่า a_w ของแยมตาลโดนดทั้ง 3 ตัวอย่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสินินาถและคณะ (2563) พบว่าปริมาณมอลติทอลไซรัปที่มากขึ้น จะส่งผลให้ค่า a_w เพิ่มขึ้นด้วย โดยแยมมะขามเทศที่อัตราส่วนระหว่างน้ำตาลทรายต่อมอลติทอลไซรัปที่ 0.:100 และ 100:0 จึงมีค่า a_w ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสุภาพร (2554) พบว่าแยมมังคุดสูตรใช้มอลติทอลทดแทนน้ำตาลมีความชื้นร้อยละ 40.70 ซึ่งสูงกว่าแยมมังคุดสูตรใช้น้ำตาลที่มีความชื้นร้อยละ 32.07 เนื่องจากเมื่อเติมน้ำตาล

ลงในน้ำ น้ำตาลจะจับกับโมเลกุลของน้ำโดยพันธะไฮโดรเจนส่งผลให้ค่า a_w ลดลง (อรพิน, 2554) ด้วยเหตุนี้แยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลมากที่สุดจึงมีค่า a_w น้อยที่สุด

3.2 ปริมาณการลดน้ำตาลต่อองค์ประกอบทางเคมีของแยมตาลโตนด

การลดปริมาณน้ำตาลลงส่งผลให้แยมตาลโตนดมีพลังงาน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยหยาบลดลง ส่วนความชื้นและถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสุภาพร (2554) พบว่าแยมมังคุดสูตรใช้มอลติทอลมีเยื่ออาหาร น้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวิซ์ และพลังงานลดลง ส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแยมมังคุดสูตรใช้น้ำตาล ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่งที่ทำให้พลังงานงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ด้วยเหตุนี้เมื่อปริมาณน้ำตาลในแยมลดลงพลังงานและคาร์โบไฮเดรตจึงลดลงด้วย ส่วนความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า a_w (ดังแสดงในตารางที่ 4) เนื่องจากคุณสมบัติในการจับกับโมเลกุลน้ำของน้ำตาล การลดปริมาณน้ำตาลลงไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนและไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะน้ำตาลมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก การลดน้ำตาลจึงไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนและไขมันในแยมตาลโตนด

3.3 ปริมาณการลดน้ำตาลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมตาลโตนด

แยมตาลโตนดลดน้ำตาลลงร้อยละ 25 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกับแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีคะแนนความชอบในระดับชอบมาก ส่วนสีมีคะแนนความชอบที่แตกต่างจากแยมตาลโตนดสูตรที่ไม่ลดน้ำตาล (ร้อยละ 0) ซึ่งมีคะแนนความชอบในระดับชอบมาก เนื่องจากเมื่อลดปริมาณน้ำตาลลงมากขึ้นแยมตาลโตนดมีสีเหลืองที่สว่าง มีกลิ่นรสของเนื้อตาลโตนดที่ชัดเจนมากขึ้น มีความเปรี้ยวจากเนื้อตาลโตนดมากขึ้น และแยมมีความเหลวจางไม่เกาะตัวกันเป็นก้อน ด้วยเหตุนี้ระดับการลดน้ำตาลในแยมตาลโตนดที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 25

สรุปผลการทดลอง

แยมตาลโตนดที่มีสัดส่วนของเนื้อตาลสุกร้อยละ 25 ต่อลอนตาลร้อยละ 75 และลดน้ำตาลลงร้อยละ 25 เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากแยมตาลโตนดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง “แยม” (มพช. 342/2547) และมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมารมาเลต ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดคือ แยมทำจากเนื้อตาลสุกและลอนตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบจากตาลโตนด จึงมีสีเหลือง มีกลิ่นและรสชาติของเนื้อตาลโตนดที่เหมาะสม ไม่เปรี้ยวจนเกินไป มีความข้นหนืดที่พอเหมาะเมื่อทาบนขนมปังมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ มีค่า pH อยู่ที่ 3.5 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ที่ 68 °brix และค่า a_w อยู่ในช่วงที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งแยมตาลโตนดที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาแยมตาลโตนดให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากขึ้นได้ เช่น การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลเพื่อลดปริมาณน้ำตาล ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณพลังงานลดลงด้วยเช่นกัน การใช้สารเพิ่มความข้นหนืดเพื่อปรับความหนืดของแยมให้ใกล้เคียงกับแยมทางการค้าและการศึกษาวิธีการลดค่า a_w ของแยมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยการสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา โทะนาบุตร. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโสมนัสเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ. *วารสารวิจัยและพัฒนาโดยลงกรรม*
ในพระบรมราชูปถัมภ์, 16(1), 1-15.
- จินตนา วิบูลย์ศิริกุล และพรชนก ชัยชนะ. (2560). คุณภาพเนื้อตาลสุกที่ผ่านการให้ความร้อน. *การประชุมวิชาการเสนอ*
ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 1817 – 1822.
- ณวรา เปลี่ยนบุญเลิศ. (ม.ป.ป.). *ศาสตร์ของแยมรสหวานอมเปรี้ยว*. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2566, จาก
https://krua.co/cooking_post/sweetsourfruitjam.
- ณัฐนิชา ทวีแสง, กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ และไกรยศ แซ่ลิ้ม. (2565). ผลของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อลักษณะทาง
กายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของแยมถั่วฝักยาวสีม่วง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*,
14(1), 91-102.
- เทวีภา กীরติบุรณะ. (2557). **Browning Reaction**. เอกสารประกอบการสอน. บุรีรัมย์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
- ธีรบุษ ฉายศิริโชติ และจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา. (2557). การพัฒนามัมฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล. *SDU Research Journal*, 7(1),
57–70.
- นฤมล มาแทน. (2562). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์*. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2566, จาก
<https://essentialoil.wu.ac.th/wp-content/uploads/2019>
- นิธยา รัตนาปนนท์. (2563). *เคมีอาหารเบื้องต้น (Basic Food Chemistry)*. กรุงเทพฯ. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับ 213). (2543). *แยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท*. กระทรวงสาธารณสุข,
นนทบุรี.
- ภัทธีรา เลิศปฤถพ. (2554). การเก็บรักษาเนื้อตาลสุกโดยการลดค่า a_w ร่วมกับการแช่แข็งเพื่อใช้ในการทำขนมตาล. *วารสารวิจัย*
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 9(3). 11-19.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). *แยม (มผช.342/2547)*. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวง
อุตสาหกรรม.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล, ชนิษฐา กรมศรี และปรีชญ์ นาควงศ์. (2561). *ผลของผงเนื้อตาลสุกที่ทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้ง*
แบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของขนมตาล. กองทุนส่งเสริมงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ,
พระนครศรีอยุธยา.
- สำนักโภชนาการ. (2561). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข.
- สินีนาล สุขทนารักษ์, กรรณิกา พุ่มระย้า, นัทธมน เอี่ยมแพร และฉัตรรัตน์ บอกลับ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมมะขามเทศลด
น้ำตาล. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(1). 41-49.

สุนิตา ศรีสมเดช. (2545). **แยมลูกตาล**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

สุภาพร อภีรัตน์านุสรณ์. (2554). **การพัฒนาแยมมังคุดพลังงานต่ำเสริมใยอาหารจากเปลือกมังคุด**.
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

อรพิน ชัยประสพ. (2553). **การถนอมอาหาร**. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อุทยานหลวงราชพฤกษ์. (2565). **ตาลโตนด ของดีในอุทยานหลวงราชพฤกษ์**. สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2567, จาก
<https://www.royalparkrajapruek.org/Knowledge/view/299>.

AOAC. (2000). **Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington,
D.C., U.S.A.

Jansz, E.R., Wickremasekara, N.T., Sumuduni, K.A.V. (2002). A review of the chemistry and biochemistry of seed
shoot flour and fruit pulp of the Palmyrah palm (*Borassus flabellifer* L.). **Journal of National Science
Foundation of Sri Lanka**, 30(1&2), 61-87.