

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง PRODUCT DEVELOPMENT OF LONGAN-ROSELLE JAM

มนทกานต์ บุญยการ\* สุกัญญา เขียวสะอาด และพิรัชญา ภาณัฐณ์  
Montakarn Boonyakarn\*, Sukanya Keawsa-ard and Piranchana Phanusan

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง จากการศึกษาปริมาณของเนื้อลำไยที่เหมาะสม โดยผันแปรปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 50, 62.5 และ 75 ของส่วนผสมระหว่างเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบ พบว่าแยมสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด สูตรของแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงที่ได้จากการพัฒนาประกอบด้วยเนื้อลำไย ร้อยละ 35 กระเจี๊ยบแดง ร้อยละ 21 น้ำตาล ร้อยละ 28 อินูลิน ร้อยละ 14 เพกทิน ร้อยละ 1 และสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 50 (โดยน้ำหนัก) ร้อยละ 1 ซึ่งกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง โดยให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชอบเล็กน้อยขึ้นไป ร้อยละ 94.2 ผลิตภัณฑ์แยมมีค่าสีในระบบ L, a และ b เป็น 30.1, 0.2 และ 3.3 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) 0.82 ค่าความแข็งของเจล 177.85 g ความสามารถในการแผ่กระจาย 3.85 mm ความเป็นกรดต่าง 2.82 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละในรูปกรดซิตริก) 1.04 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 66.2°Brix และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 84.50 mg Trolox equivalent/100 g ผลิตภัณฑ์ให้พลังงาน 271.26 kcal/100g มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์ ความชื้น และเถ้า เท่ากับ 0.67, 4.14, 57.83, 59.36, 32.02, 36.77 และ 0.59 g/100g ตามลำดับ แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรที่มีการเติมอินูลินมีเส้นใย 0.92 g/100g ปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน เมื่อเทียบกับแยมสูตรปกติผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณโคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3.0 MPN/g

**คำสำคัญ:** ลำไย กระเจี๊ยบแดง อินูลิน แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000

Faculty of Science, Payap University, Muang District, Chiang Mai Province 50000

\*corresponding author e-mail: montakarnbee@gmail.com

Received: 14 November 2019; Revised: 3 January 2020; Accepted: 12 March 2020

## Abstract

This research attempted to develop longan-roselle jam. Jam was made with longan pulp contents of 50, 62.5, and 75% and compared. Results showed that the most preferred sensory qualities as achieved with formulations containing longan pulp content of 62.5%. The optimum formula of longan-roselle jam consisted of 35% longan pulp, 21% roselle, 28% sugar, 14% inulin, 1% pectin and 1% of 50% (w/w) citric acid solution. According to consumer tests, this product was acceptable to 94.2% of target consumer group. The color of longan-roselle jam in terms of L, a and b were 30.1, 0.2 and 3.3 respectively. The product had water activity 0.82, gel strength 177.85 g force, spreadability 3.85 mm, pH 2.82, titratable acidity (as citric acid) 1.04%, total soluble solid 66.2°Brix and antioxidant activity by DPPH assay 84.50 mg Trolox equivalent/100 g. The energy, protein, fat, carbohydrate, total sugar, reducing sugar, moisture and ash of jam were 271.26 kcal/100g, 0.67, 4.14, 57.83, 59.36, 32.02, 36.77 and 0.59 g/100g, respectively. The product which inulin adding contained 0.92 g/100 g of dietary fiber content. The dietary fiber was increased only 1.6% of the Thai Recommended Daily Intake (Thai RDI) compared with jam without inulin added. When the product was analyzed for microbial quality, microbe content was shown to be less than 10 CFU/g for total plate count, yeast and molds, and less than 3.0 MPN/g for coliform bacteria and *Escherichia coli*.

**Keywords:** Longan, Roselle, Inulin, Longan-Roselle Jam

## บทนำ

ลำไย (Longan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour. เป็นผลไม้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ เป็นแหล่งที่ปลูกลำไยพันธุ์ดีมากที่สุดในประเทศไทย ลำไยพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูก ได้แก่ ลำไยพันธุ์อีดอ ซึ่งพบเห็นอยู่ทั่วไปในภาคเหนือ เป็นลำไยที่มีผลเล็ก ออกผลดกเป็นพวงมีหลากหลายชนิด ราคาดี เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดี (Office of Extension and Training, Kasetsart University, 2017) อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูการผลิตมีปัญหาผลผลิตออกมาพร้อมกันทำให้ราคาผลผลิตตกต่ำ การนำลำไยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหาลำไยสดล้นตลาดและเพิ่มมูลค่าสินค้าได้ทางหนึ่ง

เนื้อลำไยอุดมไปด้วยสารอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และมีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณสูง ได้แก่ gallic acid, ellagic acid และ corilagin ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ทำให้ลำไยจัดเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Rangkadilok et al., 2005)

กระเจี๊ยบแดง (Roselle) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus sabdariffa* Linn. (Herb Information Office, Faculty of Pharmacy, Mahidol University, 2017) เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ใช้กลีบเลี้ยง (Calyx) ก้านอย่างแพร่หลาย (Sriboonthai, 2016) มักนิยมเรียกว่า ดอกกระเจี๊ยบ เป็นส่วนที่นิยมใช้เป็นอาหารมากที่สุด ในกลีบเลี้ยงกระเจี๊ยบแดงเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายโดยเฉพาะ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามิน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และวิตามินซี ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กระเจี๊ยบแดงจึงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Martwanna et al., 2002) คุณสมบัติเด่นที่สุดของสารแอนโทไซยานินคือ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยสารแอนโทไซยานินมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและวิตามินอีถึง 2 เท่า (The Bureau of Science and Technology Information Service, Department of Science Service, 2010)

อินูลินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่น่าสนใจและถูกนำมาใช้เติมในผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่มากกว่าใยอาหารซึ่งมีผลต่อสุขภาพช่วยบรรเทาอาการท้องผูก ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยควบคุมน้ำหนักเนื่องจากให้พลังงานต่ำ มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ทำให้ชะลอการดูดซึมน้ำตาลในเลือด ช่วยรักษาสมาดุลระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือด เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียม และมีคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกทำให้เพิ่มภูมิคุ้มกันในร่างกาย (Tanjor et al., 2010)

การนำลำไยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แยมเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้ง่าย แต่มีข้อเสียเนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์ไม่สวยงามเนื่องจากการเคี้ยวด้วยความร้อนทำให้เกิดสีน้ำตาลคล้ำ ผู้วิจัยมีแนวคิดนำกระเจี๊ยบแดงซึ่งเป็นพืชสมุนไพรไทยที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก มาเป็นส่วนผสมของแยมเพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ในกระเจี๊ยบแดงมีเพกทินสูง มีกรดอินทรีย์หลายชนิด และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.16 (Chumsri, et al., 2008) ทำให้เกิดรสเปรี้ยวช่วยทำให้แยมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เนื่องจากเพกทินและความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยร่วมที่สำคัญในการเกิดเจล นอกจากนี้ยังนำอินูลินซึ่งมีสมบัติในการสร้างเจลมาใช้เป็นส่วนผสม และเพื่อเพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์ (Shoab et al., 2016) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แยม ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ และยังเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์แยม อันเป็นการสร้างทางเลือกของแยมที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปให้แก่ผู้บริโภคอีกด้วย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### การเตรียมเนื้อลำไย

นำลำไยพันธุ์อีดอมาล้างด้วยน้ำคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm ปอกเปลือกและคว้านเมล็ด จากนั้นนำเนื้อลำไยมาล้างด้วยน้ำสะอาดและสะเด็ดน้ำ บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) เก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ  $-18^{\circ}\text{C}$  ก่อนแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แยม นำเนื้อลำไยแช่แข็งมาละลายน้ำแข็งโดยแช่ในตู้เย็น 1 วัน จนกระทั่งน้ำแข็งละลายหมด นำเนื้อลำไยมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร (Philips Model HR2118, Indonesia)

### การเตรียมกระเจี๊ยบ

การเตรียมกระเจี๊ยบเข้มข้น โดยใช้อัตราส่วนดอกกระเจี๊ยบแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ  $80^{\circ}\text{C}$  นาน 20 นาที จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร

### การศึกษาปริมาณเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

ศึกษาปริมาณของเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบที่เหมาะสมในสูตรแยม โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผันแปรปริมาณเนื้อลำไยในรูปร้อยละของส่วนผสมระหว่างเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบแดง (ร้อยละ 50, 62.5 และ 75) กำหนดปริมาณส่วนผสมระหว่างเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบแดง น้ำตาลทราย เพกทิน และอินูลิน เท่ากันในทุกสูตร กระบวนการผลิตแยมดัดแปลงจาก Niwat et al. (2015) ผสมเนื้อลำไยปั่นและกระเจี๊ยบปั่น คนให้เข้ากัน เติมสารละลายกรดซิตริกเพื่อปรับค่าความเป็นกรดต่างให้ได้  $3.0 \pm 0.2$  นำส่วนผสมไปให้ความร้อนโดยเคี่ยวส่วนผสมด้วยไฟอ่อนพร้อมคนตลอดเวลาจนมีอุณหภูมิประมาณ  $80^{\circ}\text{C}$  เติมน้ำตาลทรายส่วนที่ 1 และเติมเพกทินที่ผสมน้ำตาลทรายส่วนที่ 2 (อัตราส่วนเพกทินต่อน้ำตาล 1:6) จากนั้นเติมอินูลิน พร้อมทั้งคนตลอดเวลา ให้ความร้อนต่อจนกระทั่งได้น้ำหนักส่วนผสมที่ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ  $65^{\circ}\text{Brix}$  จึงหยุดให้ความร้อน บรรจุแยมลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อทันที ปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง ไปทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะด้านสีของแยม การคงตัวของเจล การแผ่กระจายของแยม รสหวาน รสเปรี้ยว รสชาติโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง และ 9 = ชอบอย่างยิ่ง) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน โดยเสิร์ฟตัวอย่างพร้อมขนมปังที่ตัดขอบและแบบสอบถามวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาปริมาณของเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบที่เหมาะสม

### การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

เมื่อได้สูตรที่เหมาะสม ทำการผลิตและนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับผู้บริโภคจำนวน 220 คน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยสำรวจตัวอย่างพร้อมขนมปังที่ตัดขอบและแบบสอบถาม ซึ่งผู้บริโภคเป้าหมายเป็นผู้บริโภคที่ชอบรับประทานแยม โดยต้องให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ชอบเล็กน้อยขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 60 จึงถือว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

### การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

นำผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีระบบ CIE (L a b) วัดด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model CR-10, Japan) ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) วัดด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Rotronic Model Aw 2101, USA) ค่าความแข็งของเจล (gel strength) และความสามารถในการแผ่กระจาย (spreadability) วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser Model TA.XT2i/25, UK)

คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Schott Model CG840, Germany) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (AOAC, 2005) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) (AOAC, 2005) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Brand-Williams et al. (1995)

คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า (AOAC, 2016) เส้นใย (AOAC, 2010) พลังงาน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิซ (DMSc & ACFS, 2003)

คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Pour-plate method (FDA BAM online, 2001) Coliform bacteria และ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN method (FDA BAM online, 2017)

### ผลการวิจัย

#### ผลการศึกษาปริมาณเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

จากการศึกษาปริมาณของเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบที่เหมาะสมในสูตรแยม โดยผันแปรปริมาณเนื้อลำไยในรูปร้อยละของส่วนผสมระหว่างเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบ เป็นร้อยละ 50, 62.5 และร้อยละ 75 เมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงไปทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 1 (Table 1) การคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์แยมสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 มีคะแนนความชอบในด้านรสเปรี้ยว รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 75 ( $p > 0.05$ ) โดยมีคะแนน

ความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วง 6.9-7.6 ซึ่งหมายถึงความชอบของผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสีของแยม พบว่าแยมสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 มีคะแนนความชอบสูงกว่าแยมสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นจึงเลือกแยมสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 เพื่อนำไปผลิตแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

**Table 1** The liking score (n = 60) for three formulations of longan-roselle jam

Sensory attribute	Longan pulp contents (%)		
	50	62.5	75
Color	7.6 ± 1.2 <sup>a</sup>	7.6 ± 1.1 <sup>a</sup>	7.2 ± 1.3 <sup>b</sup>
Gel consistency <sup>ns</sup>	7.2 ± 1.2	7.2 ± 1.3	7.2 ± 1.1
Spreadability <sup>ns</sup>	7.2 ± 1.2	7.2 ± 1.3	7.2 ± 1.1
Sweetness <sup>ns</sup>	6.9 ± 1.3	7.0 ± 1.4	7.1 ± 1.3
Sourness	6.4 ± 1.5 <sup>b</sup>	6.9 ± 1.4 <sup>a</sup>	7.1 ± 1.4 <sup>a</sup>
Overall taste	7.0 ± 1.2 <sup>b</sup>	7.3 ± 1.3 <sup>ab</sup>	7.4 ± 1.1 <sup>a</sup>
Overall flavor <sup>ns</sup>	6.8 ± 1.3	6.9 ± 1.2	7.0 ± 1.4
Overall liking	7.2 ± 1.1 <sup>b</sup>	7.4 ± 1.1 <sup>a</sup>	7.4 ± 1.1 <sup>a</sup>

**Remark** <sup>a-b</sup> Means with different letters in the same row represents the difference with significance ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> is no statistically significant difference ( $p > 0.05$ )

### ผลการศึกษการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

การทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง กับผู้บริโภคจำนวน 220 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 75.8) และส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 15-30 ปี รองลงมาคือในช่วง 31-45 ปี โดยคิดเป็นร้อยละ 68 และ 14.6 ตามลำดับ จากข้อมูลการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2 (Table 2) พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 36.1 ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในเกณฑ์ชอบมาก รองลงมา ให้คะแนนในเกณฑ์ชอบปานกลาง และชอบอย่างยิ่ง โดยคิดเป็นร้อยละ 32.9 และ 17.4 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อมูลของผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชอบเล็กน้อยขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 94.2 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เนื่องจากเกณฑ์การทดสอบการยอมรับกำหนดว่า ผู้บริโภคเป้าหมายจะต้องให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชอบเล็กน้อยขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 60

**Table 2** Sensory acceptability data of longan-roselle jam (n=220)

Consumers' hedonic liking of product	Percentage (%)
Like extremely	17.4
Like very much	36.1
Like moderately	32.9
Like slightly	7.8
Neither like nor dislike	5.0
Dislike slightly	0.9
Dislike moderately	0.0
Dislike very much	0.0
Dislike extremely	0.0

### ผลการศึกษาคณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง

นำสูตรแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ดังตารางที่ 3 (Table 3) พบว่าผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงมีค่าความสว่าง (L) เท่ากับ  $30.1 \pm 0.4$  ค่าสีแดง (a) เท่ากับ  $0.2 \pm 0.2$  ค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ  $3.3 \pm 0.4$  ทำให้ลักษณะปรากฏในภาพรวมของผลิตภัณฑ์มีสีแดงตามสีของกระเจี๊ยบ ทั้งนี้มีงานวิจัยที่ใช้อินูลินทดแทนสตาร์ชในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่สตอร์วเบอร์รี่ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ที่ได้มีค่าความสว่างสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้สตาร์ชเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากสารละลายอินูลินเป็นสารละลายที่ไม่มีสีจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น (Delgado & Bañón, 2018) แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ  $0.82 \pm 0.01$  ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งของเจล  $177.85 \pm 29.0$  g และความสามารถในการแผ่กระจาย  $3.85 \pm 0.54$  mm ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ  $2.82 \pm 0.04$  ผ่านตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งกำหนดว่าผลิตภัณฑ์แยมต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5 และต้องมีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 65 ของน้ำหนัก ซึ่งผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด  $66.2 \pm 0.9^{\circ}\text{Brix}$  และ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละในรูปกรดซิตริก) เท่ากับ  $1.04 \pm 0.01$

**Table 3** Physical and chemical properties of longan-roselle jam

Characteristics	Mean $\pm$ standard deviation
Color	
Brightness (L)	30.1 $\pm$ 0.4
Redness (a)	0.2 $\pm$ 0.2
Yellowness (b)	3.3 $\pm$ 0.4
Water activity ( $a_w$ )	0.82 $\pm$ 0.01
Gel strength (g)	177.85 $\pm$ 29.0
Spreadability (mm)	3.85 $\pm$ 0.54
pH	2.82 $\pm$ 0.04
Titrateable acidity (% as citric acid)	1.04 $\pm$ 0.01
Total soluble solids ( $^{\circ}$ Brix)	66.2 $\pm$ 0.9
Antioxidant activity by DPPH assay (mg Trolox equivalent /100 g)	84.50 $\pm$ 0.78

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรปกติ และสูตรเติมอินูลิน ดังตารางที่ 4 (Table 4) พบว่า ผลิตภัณฑ์แยมสูตรปกติที่มีน้ำตาลซูโครสให้พลังงาน 262 kcal/100 g ในขณะที่สูตรเติมอินูลินให้พลังงาน 271 kcal/100g แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรเติมอินูลินมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 59.36 g/100g เมื่อเทียบกับสูตรปกติมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 62.57 g/100g นอกจากนี้แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรเติมอินูลินมีปริมาณใยอาหาร 0.92 g/100g และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.82 g/100g เทียบกับแยมสูตรปกติที่ไม่เติมอินูลิน

**Table 4** Nutritive values of longan-roselle jam

Nutritive values	Without inulin added formula	Inulin added formula
Energy (kcal/100g)	262.01	271.26
Protein (g/100g)	0.73	0.67
Fat (g/100g)	2.41	4.14
Carbohydrate (g/100g)	59.35	57.83
Total sugar (g/100g)	62.57	59.36
Reducing sugar (g/100g)	21.44	32.02
Dietary fiber (g/100g)	0.10	0.92
Moisture (g/100g)	36.97	36.77
Ash (g/100g)	0.54	0.59



คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงตั้งตารางที่ 5 (Table 5) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโคลิฟอร์ม ผ่านตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรือง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งระบุว่าจะต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์แยมมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 10 CFU/g ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g และผลิตภัณฑ์มีปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ผ่านตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแยม มพช. 342/2547 ที่กำหนดคุณลักษณะด้านจุลินทรีย์ที่ต้องการ กล่าวคือจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  CFU/g ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 CFU/g และ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g

**Table 5** Microbiological qualities of longan-roselle jam

Microbiological qualities	Thai community product standard (TCPS 342/2547)	Notification of the Ministry of Public Health No. 213	Sample
Total plate count (CFU/g)	$< 1 \times 10^4$	Not specified	< 10
Yeast and molds (CFU/g)	< 100	Not specified	< 10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	< 3.0	Not specified	< 3.0
Coliform (MPN/g)	Not specified	< 3	< 3.0

### อภิปรายผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง โดยผันแปรปริมาณเนื้อลำไยในรู้อยู่ละของส่วนผสมระหว่างเนื้อลำไยและกระเจี๊ยบ เป็นร้อยละ 50, 62.5 และ 75 ตามลำดับ พบว่าสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 เป็นสูตรที่เหมาะสม เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบในด้านรสเปรี้ยว รสชาติโดยรวม และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 75 แต่มีคะแนนความชอบด้านสีมากกว่าสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 75 ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงแดง คิดเป็นร้อยละ 94.2 และจากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง เท่ากับ  $84.50 \pm 0.78$  mg Trolox equivalent /100 g ซึ่งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงมาจากวัตถุดิบ โดยในกระเจี๊ยบแดงมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ได้แก่ แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิก (Vasudeva & Sharma, 2008) และในลำไยมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ได้แก่ gallic acid, ellagic acid, corilagin, 4-O-methylgallic acid, epi-catechin และสารพอลิแซ็กคาไรด์ (Sribusarakum, 2017)

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดงสูตรปกติ และสูตรเติมอินูลิน พบว่า แยมสูตรเติมอินูลินมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูง อาจเป็นไปได้ว่าสภาวะที่มีความ

เป็นกรดในแอมร่วมกับการใช้อุณหภูมิสูงในขั้นตอนการเคี้ยว สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอินูลิน เป็นน้ำตาลฟรักโทสรวมกับการเกิดไฮโดรไลซิสของน้ำตาลซูโครส ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในแอมสูตรปกติเกิดจากการไฮโดรไลซ์ของน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว ดังนั้นแอมสูตรเดิมอินูลินจึงมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าแอมสูตรปกติ อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าในสภาวะแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $\leq 4$  อินูลินจะมีความเสถียรลดลง เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นอินูลิน จึงมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในอาหารที่มีความเป็นกรด (ค่าความเป็นกรด-ด่าง  $\leq 4$ ) โดยเฉพาะเมื่อมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  (Glibowski & Bukowska, 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Duar et al. (2015) ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงต่อพรีไบโอติกที่ใช้เป็นส่วนประกอบใน เครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ พบว่าเครื่องดื่มที่มีอัตราส่วนของซูโครสต่อน้ำตาลเชื่อมข้าวโพดเท่ากับ 1:1 และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.0 มีปริมาณอินูลินเหลืออยู่ต่ำที่สุด แตกต่างจากเครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.5 และ 4.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารในแอม เมื่อดำเนินการปริมาณใยอาหารจากปริมาณหนึ่ง หน่วยบริโภคอ้างอิง พบว่าแอมสูตรผสมอินูลินมีใยอาหาร 0.46 g/50g และแอมสูตรปกติมีใยอาหาร 0.05 g/50g ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยต่อหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลากของแอมสูตรเดิม อินูลินกับแอมสูตรปกติ เท่ากับ 0.41 g คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน (Thai RDI) ได้เท่ากับร้อยละ 1.6 ทั้งนี้การกล่าวอ้างตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ ต้องพิจารณาเงื่อนไขคือเมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิงแล้ว อาหารนี้มีสารอาหารที่จะกล่าวอ้างอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับที่มีอยู่ในอาหารอ้างอิง โดยปริมาณค่าความแตกต่างนั้นจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณร้อยละ 10 ของ Thai RDI (25 g) ทั้งต่อหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง และต่อปริมาณหนึ่ง หน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก และปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้นจะต้องไม่น้อยกว่า 2.5 g ด้วย ดังนั้น ผลลัพธ์แอมสูตรเดิมอินูลินนี้ไม่สามารถกล่าวอ้างได้ว่า “เสริมใยอาหาร” “เพิ่มใยอาหาร” หรือ “ใยอาหารมากกว่า” ได้

ผลิตภัณฑ์แอมลำใยผสมกระเจี๊ยบแดงมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.82 ซึ่งผลิตภัณฑ์แอมทั่วไปจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีอยู่ในช่วง 0.60-0.85 (Ray & Bhunia, 2008) ทั้งนี้ค่า วอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) เป็นปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ในอาหาร โดยที่แบคทีเรีย ยีสต์ และ เชื้อรา ส่วนใหญ่จะสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.95 นอกจากนี้ค่าวอเตอร์ แอกติวิตีต่ำสุดที่เชื้อราและยีสต์สามารถเจริญได้ คือ 0.75 และ 0.88 ตามลำดับ (United States Department of Agriculture, 2012) สอดคล้องกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ แอม ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน

### สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไยผสมกระเจี๊ยบแดง พบว่า สูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยร้อยละ 62.5 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยม และผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณโคลิฟอร์ม ผ่านตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ผลิตภัณฑ์แยมมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ *Escherichia coli* ไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแยม มพช.342/2547 (Thai industrial standards institute, 2004)

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยพายัพ ประจำปี พ.ศ.2560

### เอกสารอ้างอิง

- AOAC. *Official Methods of Analysis*. Rockville, MD: The Association of Official Analytical Chemists; 2016.
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. Arlington, VA: The Association of Official Analytical Chemists; 2010.
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, MD: The Association of Official Analytical Chemists; 2005.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset CLWT. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *LWT-Food Science and Technology*. 1995; 28: 25-30.
- Chumsri P, Sirichote A, Itharat A. Studies on the optimum conditions for the extraction and concentration of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) extract, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2008; 30 (Suppl.1): 133-139.
- Delgado P, Bañón S. Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies, *CyTA-Journal of Food*. 2018; 16(1): 1-10.
- DMSc & ACFS. *Compendium of Method for Food Analysis*. Bangkok: Department of Medical Sciences, National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards; 2003.
- Duar RM, Ang PT, Hoffman M. et al. *Processing effects on four prebiotic carbohydrates supplemented in an extruded cereal and a low pH drink*, 2015. Available at: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1167&context=foodsciefacpub>. Accessed January 3, 2020.
- FDA BAM Online. *Bacteriological Analytical Manual*, 2001. Available at: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-aerobic-plate-count>. Accessed July 26, 2018.
- FDA BAM Online. *Bacteriological Analytical Manual*, 2017. Available at: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>. Accessed July 26, 2018.
- Glibowski P, Bukowska A. The effect of pH, temperature and heating time on inulin chemical stability, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment*. 2011; 10(2): 189-196.

- Herb Information Office, Faculty of Pharmacy, Mahidol University. *Roselle*, 2017. Available at: <http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/hibiscus.html>. Accessed August 27, 2017.
- Martwanna C, Charoenrat S, Dulyaphat C, Ekmahachai P. Roselle herb, *Kasikorn*. 2002; 75: 16-19.
- Ministry of Public Health. *Notification of the Ministry of Public Health (No.182) B.E. 2541 (1998) Re: Nutrition Labelling*, 2019. Available at: [http://www.fda.moph.go.th/sites/food/law1/food\\_law.pdf](http://www.fda.moph.go.th/sites/food/law1/food_law.pdf). Accessed April 28, 2019.
- Ministry of Public Health. *Notification of the Ministry of Public Health (No. 213) B.E. 2543 (2000) Re: Jam, jelly, and marmalade in sealed containers*, 2019. Available at: [http://www.fda.moph.go.th/sites/food/law1/food\\_law.pdf](http://www.fda.moph.go.th/sites/food/law1/food_law.pdf). Accessed April 28, 2019.
- Niwat C, Cheumchaitrakul P, Donlao N. Development of healthy fruit jam for Huai Nam Kuen Community Enterprise, Wiang Pah Pao District, Chiang Rai Province, *Journal of Community Development and Life Quality*. 2015; 3(2): 151 - 159.
- Office of Extension and Training, Kasetsart University. *Longan Planting*, 2017. Available at: [http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree\\_fruit/puklamyai.pdf](http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/puklamyai.pdf). Accessed August 27, 2017.
- Rangkadilok N, Worasuttayangkum L, Bennett RN. et al. Identification and quantification of polyphenolic compounds in longan (*Euphoria longana* Lam.) fruit, *Agric. Food Chem*. 2005; 53(5): 1387–1392.
- Ray B, Bhunia A. *Fundamental Food Microbiology*. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2008.
- Shoaib M, Shehzad A, Omar M. et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications, *Carbohydrate Polymers*. 2016; 147: 444–454.
- Sriboonthai C. *Morphological Characterization and Secondary Metabolites of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.)*. Master of Science (Agricultural Technology), Faculty of Science and Technology, Thammasat University; 2016.
- Sribusarakum A. *Longan, more valuable than sweetness*, 2017. Available at: <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0407.pdf>. Accessed February 12, 2019.
- Tanjor S, Judprasong K, Puwastien P. Inulin and fructo-oligosaccharide for health benefits, *Journal of Nutrition Association of Thailand*. 2010; 45(2): 2-13.
- Thai industrial standards institute. *Thai community product standard (Jam) 342/2547*, 2004. Available at: <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html>. Accessed December 12, 2018.
- The Bureau of Science and Technology Information Service, Department of Science Service. *Anthocyanin*, 2010. Available at: <http://www.chaipanich.co.th/upload/file/file-20131122-691605.pdf>. Accessed August 12, 2017.
- United States Department of Agriculture (USDA). *Introduction to the Microbiology of Food Processing*, 2012. Available at: [https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/SPN\\_Guidebook\\_Microbiology.pdf](https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/SPN_Guidebook_Microbiology.pdf). Accessed April 30, 2019.
- Vasudeva N, Sharma SK. Biologically Active Compounds from the Genus *Hibiscus*, *Pharmaceutical Biology*. 2008; 46(3): 145-153.