



ผลของน้ำผักไชยา (*Cnidoscolus chayamansa*) เข้มข้นต่อคุณภาพของแยม กระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาล

Effect of Concentrated Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) Vegetable Juice on Quality of Reduced Sugar Roselle Jam

อินทิรา ลิจันทรพร* นันท์ชนก นันทะไชย ปาลิดา ตังอนุรัตน์ และ ปุรินทร์ อัครกุลธร

Intira Lichanporn*, Nanchanok Nanthachai, Palida Tanganurat and Purin Akkarakultron

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University
of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: intira_l@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 1 June, 2020

Revised: 30 October, 2020

Accepted: 30 April, 2021

Available online: 00 September, 2021

DOI: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Keywords: Chaya, titratable
acidity, stability, Roselle jam

The Chaya leaves have been found to be an important source of protein, β -carotene, vitamins, ascorbic acid, calcium, potassium and iron. It is rich in antioxidant and phenolic compound. This study aims to investigate the effect of concentrated Chaya vegetable juice (0 (control; C2), 5, 10, 15 and 20 g on quality of Roselle jam (without pectin) and compared with control (C1; Roselle jam with pectin). Roselle Jam reduced- sugar with concentrated Chaya vegetable juice was evaluated for color, pH, total soluble solid, titratable acidity, stability and sensory properties. Roselle jam reduced-sugar with concentrated Chaya vegetable juice was less dark-red color than C2. The pH of C1 was more than jam from C2, 5, 10, 15 and 20 g of concentrated Chaya vegetable juice. Jam samples showed pH ranging between 2.55-2.59. While, Roselle jam added with concentrated Chaya vegetable juice, C1 and C2 were not significantly different in total soluble solid. The total soluble solid of all Roselle jam ranged between 66 and 68^oBrix. The

titratable acidity increased with increase in concentrated Chaya vegetable juice. Addition of 10 g concentrated Chaya vegetable juice into Roselle jam showed the highest stability. The sensory score of color, odor, taste, stability of jam and overall acceptance results indicated that Roselle jam processed from 15 and 20 g of concentrated Chaya vegetable juice were generally high. However, the results showed that Roselle jams prepared from concentrated Chaya vegetable juice are still acceptable. Therefore, concentrated Chaya vegetable juice could potentially be used for replacement of the sugar in the formulated jam.

บทคัดย่อ

ผักไชยาพบว่าเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีน เบต้าแคโรทีน วิตามิน กรดแอสคอร์บิก แคลเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ผักไชยายังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกจำนวนมาก วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของน้ำผักไชยาเข้มข้น (0 (ชุดควบคุม); C2) 5 10 15 และ 20 กรัม ต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบ (แยมที่ไม่มีเพคติน) และเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (C1; แยมกระเจี๊ยบที่มีเพคติน) แยมกระเจี๊ยบลดน้ำตาลด้วยน้ำผักไชยาเข้มข้น ประเมินจากค่าสี ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรด ค่าความคงตัว และการทดสอบประสาทสัมผัส พบว่าแยมกระเจี๊ยบลดน้ำตาลด้วยน้ำผักไชยามีสีแดงเข้มน้อยกว่าแยมชุดควบคุม C2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของแยมชุดควบคุม C1 มีค่ามากกว่าแยมน้ำผักไชยาเข้มข้น 5 10 15 และ 20 กรัม แยมมีค่ากรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.55-2.59 ในขณะที่แยมกระเจี๊ยบน้ำผักไชยาเข้มข้น ชุดควบคุม C1 และ C2 ไม่มีความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด โดยอยู่ในช่วง 66 และ 68 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำผักไชยาเพิ่มขึ้น ค่าความคงตัวของแยมน้ำผักไชยา 10 กรัม มีค่าสูงที่สุด คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความคงตัวของแยม

และความชอบโดยรวมพบว่าแยมน้ำผักไชยา 15 และ 20 กรัมมีค่าสูง อย่างไรก็ตามแยมกระเจี๊ยบน้ำผักไชยาเข้มข้นยังคงได้รับการยอมรับ ดังนั้นน้ำผักไชยาเข้มข้นจึงสามารถใช้แทนน้ำตาลในสูตรแยมได้

คำสำคัญ: ผักไชยา ปริมาณกรด ความคงตัว แยมกระเจี๊ยบ

บทนำ

ผักไชยา หรือคะน้ำเม็กชิกัน ผักโขมต้น หรือชายา (ภาษาสเปน Chaya) ชื่อทางพฤกษศาสตร์ : *Cnidoscolus chayamansa* ชื่อวงศ์ Euphorbiaceae เป็นไม้พุ่มที่มีอายุหลายปี อยู่ในวงศ์เดียวกับยางพารา และสบู่ดำ เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติในคาบสมุทรยูคาตันของประเทศเม็กซิโก มีลำต้นอวบ น้ำ มียางขาว ออกมาเมื่อถูกหัก ทรงพุ่มตั้งตรง มีขนาดใหญ่ โตเร็ว สามารถสูงได้ถึง 6 เมตร ใบกว้าง มีแฉกคล้ายใบมะละกอ ผักไชยาเป็นผักกินใบและเป็นอาหารชนิดหนึ่งของประเทศเม็กซิโก กัวเตมาลา และประเทศแถบอเมริกา กลาง ผักไชยาเป็นแหล่งที่ตีของโปรตีน วิตามิน มีแคลเซียม และโพแทสเซียมสูง แล้วยังเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งมีสารอาหารสูงกว่าผักใบเขียวบางชนิดถึง 2-3 เท่าอีกด้วย อย่างไรก็ตามใบไชยาดิบมีพิษ เนื่องจากมีสารกลูโคไซด์ซึ่งจะ

ปลดปล่อยสารพิษจำพวกไซยาไนด์ออกมา จึงจำเป็นต้องทำให้สุกก่อนกิน โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที ในการทำให้สุก เพื่อลดฤทธิ์ของสารที่เป็นพิษให้อยู่ในระดับปลอดภัย (1) จากรายงานของ Kulathuran Pillai และคณะ (2) พบว่าผักไชยาประกอบด้วย สารอัลคาลอยด์ คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน โปรตีน แทนนิน ฟลาโวนอยด์ กลูโคไซด์ สเตียรอยด์ และสารอื่นๆ จากรายงานของ Kuti และ Torres (3) พบว่าผักไชยามีสารอาหารพวก โปรตีน เส้นใย ธาตุเหล็ก และวิตามินสูง

แยม เป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่ทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะจนสามารถเกิดลักษณะเป็นวุ้นหรือเจล (Gel) มีรสเปรี้ยวหวานหรือมีความข้นหนืดกึ่งแข็งกึ่งเหลว (4) โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานเป็นอาหารเข้ร่วมกับขนมปัง เหมาะกับทุกเพศ ทุกวัย และสามารถนำมาแต่งหน้าขนมเค้กหรือไอศกรีมได้ แยมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีเนื้อผลไม้ทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45 ของน้ำหนัก และประเภทที่มีเนื้อผลไม้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของน้ำหนัก (5) น้ำตาลเป็นตัวให้ความหวานและเนื้อแก่ผลิตภัณฑ์ และช่วยให้เพคตินตกตะกอนเป็นเจล ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินและความเป็นกรดของเนื้อหรือผลไม้ชนิดนั้น ๆ ถ้าปริมาณเพคตินมาก ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าผลไม้ไม่มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือ น้ำผลไม้ต่ำ อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำตาลทั้งในแยม และเยลลี่ไม่ควรสูงกว่า 70 °Brix (6) กรดซิตริกช่วยปรับปรุงกลิ่น รส และความเป็นกรดต่างให้พอเหมาะในผลิตภัณฑ์แยม รวมทั้งยังช่วยปรับปรุงกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ (7) นอกจากนี้กรดช่วยควบคุมปฏิกิริยา Inversion ของน้ำตาลทรายให้เกิดขึ้นสม่ำเสมอในแต่ละครั้งที่ทำการผลิต กรดที่นิยมใช้ ได้แก่ กรดซิตริก กรดทาร์ทริก กรดมาลิก หรือน้ำมะนาว การเติมกรดที่เหมาะสมจะช่วยให้เนื้อแยมอยู่ตัวดี และช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล และจะเติมกรดเมื่อเคี้ยวแยมได้ทีแล้ว เพราะถ้าเติมกรดก่อนและเคี้ยวนานเกินไป กรดจะ

ทำให้เพคตินสลายตัวจนสูญเสียคุณสมบัติการอยู่ตัว (8) เพคติน (Pectin) เป็นสารประกอบของพอลิเมอร์ของ โพลีแซกคาไรด์ ที่พบในพืชจากทำหน้าที่เป็นสารก่อสภาพเจล (Gelling agent) สารเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว (Thickener) และสารให้ความคงตัว (Stabilizer) จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารประเภทเครื่องดื่ม น้ำผลไม้ โยเกิร์ต และแยมอย่างกว้างขวาง (9) การผลิตแยมในท้องตลาด พบว่ามีการใช้ผลไม้และผักต่าง ๆ ในการผลิตแยม เช่น แยมสับปะรด แยมสตอเบอรี่ แยมส้ม และแยมกระเจี๊ยบ เป็นต้น โดยเฉพาะแยมกระเจี๊ยบแดงซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมนำมาผลิตเครื่องดื่ม สีสผสมอาหาร และยารักษาโรค มีสรรพคุณต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด แก้ไอ ขับเสมหะ ลดความดันโลหิต ขับปัสสาวะ และป้องกันการเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ในกลีบกระเจี๊ยบแดงมีสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และมีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก กรดมาลิก และทาร์ทริกให้รสชาติเปรี้ยว นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมสารอาหารโดยเฉพาะแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามิน เป็นต้น (10) Aleksandar และคณะ (11) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของแยมราสเบอร์รี่ที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน การลดแคลอรีเป็นกุญแจสำคัญในการลดน้ำหนักที่ประสบความสำเร็จในผู้ที่มีน้ำหนักเกิน และเป็นโรคอ้วน โดยใช้กลยุทธ์ เช่น ใช้สารให้ความหวานแคลอรีต่ำทดแทนซูโครส โดยมีจุดมุ่งหมายของงานวิจัยเพื่อกำหนดความแตกต่างทางประสาทสัมผัสระหว่างแยมราสเบอร์รี่ที่ใช้ซูโครส เปรียบเทียบกับแยมที่ใช้สารให้ความหวานอื่น ๆ (ฟรุ็กโตส ซอร์บิทอล และน้ำเชื่อมจาก ต้นอากาเว่) แยมที่ใช้สารให้ความหวานด้วยซอร์บิทอลได้คะแนนสูงสุดในขณะที่แยมที่ใช้ซูโครสได้คะแนนต่ำสุด งานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าแยมที่ใช้สารให้ความหวานแคลอรีต่ำ เช่น ซอร์บิทอล มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าแยมแบบดั้งเดิมที่ผลิตด้วยซูโครส การแทนที่น้ำตาลซูโครสด้วยสารให้ความหวานในแยมสตอเบอรี่ แยมราสเบอร์รี่

และแยมเซอร์รี่ต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งพบว่าน้ำตาลซูโครสยังคงเป็นน้ำตาลหลักที่ใช้ในการเตรียมแยม อย่างไรก็ตาม การบริโภคน้ำตาลซูโครสที่มากเกินไปทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ดังนั้นการเปลี่ยนสารทดแทนด้วยวิธีอื่นเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามการใช้สารทดแทนซูโครสในการผลิตแยมอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื้อสัมผัส และรสชาติที่ทำให้ผู้บริโภคไม่พอใจ ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่พบในผักและผลไม้ที่มีรสหวานและมีสมบัติใกล้เคียงกับซูโครสในการผลิตแยม อย่างไรก็ตามการใช้สูตรที่มีฟรุคโตสทำให้ค่าพลังงานลดลงร้อยละ 51 ถึงร้อยละ 68 จึงเป็นตัวเลือกสำหรับการผลิตแยมในระดับอุตสาหกรรม (12) Santanu และคณะ (13) ได้ศึกษาผลของการทดแทนสตีวีโอไซด์และซูคราโลสต่อค่าสี สมบัติทางรีโอโลยี สเปกตรัม และลักษณะทางโครงสร้างของแยมมะม่วง ผลิตแยมมะม่วงแคลอรีต่ำโดยใช้สารให้ความหวาน (Stevioside และ Sucralose) แทนน้ำตาลซูโครส การผลิตแยมมะม่วงที่มีลักษณะเฉพาะด้วยการใช้ Stevioside หรือ Sucralose ร้อยละ 25 โดยพบว่าค่าดัชนีการไหล และค่าความเครียดของตัวอย่างแยมลดลงด้วยการเพิ่มขึ้นของ Stevioside หรือ Sucralose เนื่องจากการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ค่าดัชนีการไหลเพิ่มขึ้นเมื่อค่า TSS ลดลง หมายถึงแยมมะม่วงมีลักษณะเป็นเจลเหลว ค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง และค่าความบริสุทธิ์ของสีเพิ่มขึ้นเมื่อทดแทน Stevioside หรือ Sucralose ในแยม

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำผักโขมาทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์แยม ซึ่งในปัจจุบันแยมที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด ส่วนใหญ่มักใช้น้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบในการผลิต เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นวัตถุดิบที่มีราคาไม่สูงมาก แต่จะส่งผลโดยตรงต่อผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวาน หรือโรคอ้วน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตแยมกระเจี๊ยบที่ใช้น้ำผักโขมาเข้มข้นแทนการใช้น้ำตาลซูโครส ซึ่งน้ำผักโขมาเข้มข้นที่ใช้นี้จะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามินซี วิตามินดี แคลเซียม จากผักชนิดนั้น ๆ อีกทั้งยังเป็นการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์แยมรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อเป็นการลดปริมาณน้ำตาลในแยม ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้นจากคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของผักโขมาและความต้องการในการพัฒนาแยมกระเจี๊ยบลดน้ำตาล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำผักเข้มข้น

นำผักโขมาจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรเพชร ตะวัน จังหวัดสระแก้ว เลือกใบที่มีสีเขียว สมบูรณ์ ไม่มีตำหนิ ทำความสะอาด นำไปต้มในน้ำอุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาที เพื่อลดความเป็นพิษในใบโขมา จากนั้นนำไปคั้นน้ำในอัตราส่วนโขมาต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (w/w) วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) เริ่มต้นของน้ำคั้นได้ 1.3 $^{\circ}$ Brix (รูปที่ 1) จากนั้นนำไปเติมในส่วนผสมของแยมในขั้นตอนต่อไป (14)



รูปที่ 1 ผักโขมา และน้ำคั้น

2. ศึกษาผลของน้ำผักโขมาเข้มข้นต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง

นำน้ำผักโขมาที่ได้จากการเตรียมขั้นต้นมาแทนที่น้ำตาลในสูตรแยม และไม่ใช้เพคตินในสิ่งทดลองที่ 2-6 ดังตารางที่ 1 เนื่องจากขั้นตอนการทดลองเบื้องต้นพบว่าการเติมเพคตินร่วมกับน้ำผักโขมาทำให้แยมแข็งตัวมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผักโขมาอาจมีเพคตินในปริมาณมากจึงทำให้เกิดเจลมีลักษณะแข็ง ดังนั้นในการทดลองจึงตัดเพคตินออกในสิ่งทดลองที่ 2-6 วางแผนการ

ทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยมี 6 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม เพคติน 4 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 0 กรัม (ชุดควบคุม; C1)

สิ่งทดลองที่ 2 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 0 กรัม (ชุดควบคุม; C2)

สิ่งทดลองที่ 3 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 285 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 5 กรัม

สิ่งทดลองที่ 4 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 280 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 10 กรัม

สิ่งทดลองที่ 5 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 275 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 15 กรัม

สิ่งทดลองที่ 6 ปริมาณน้ำตาลซูโครส 270 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 20 กรัม

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนประกอบในการทำแยม (15)

ปริมาณ	สิ่งทดลอง						
	ส่วนประกอบ (กรัม)	1(C1)*	2(C2)**	3	4	5	6
เนื้อกระเจี๊ยบ		500	500	500	500	500	500
น้ำตาลซูโครส		290	290	285	280	275	270
น้ำผักไชยาเข้มข้น		0	0	5	10	15	20
เพคติน		4	-	-	-	-	-
กรดซิตริก		3	3	3	3	3	3

* C1 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม เพคติน 4 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 0 กรัม

** C2 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม ปริมาณน้ำผักไชยาเข้มข้น 0 กรัม

3. การผลิตแยมกระเจี๊ยบ

นำกระเจี๊ยบแห้ง (กระเจี๊ยบ:น้ำ = 1:20) ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร ประมาณ 15 วินาที (กระเจี๊ยบเข้มข้น) นำส่วนผสมกระเจี๊ยบเข้มข้น กับน้ำตาลซูโครส (ชุดควบคุม) หรือน้ำตาลซูโครสผสมน้ำผักไชยาเข้มข้น คนให้ส่วนผสมเข้ากัน ด้วยไฟอ่อน (สัดส่วนตามสูตร) พร้อมคนตลอดเวลา จนมีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ค่อย ๆ เติมส่วนผสมของน้ำตาลและเพคติน (แบ่งน้ำตาลในสูตรมาบางส่วนเพื่อผสมเพคติน) พร้อมทั้งคนตลอดเวลา เคี่ยวจนได้อุณหภูมิ 104-105 องศาเซลเซียส จับเวลา 7-10 นาที วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 65 °Brix เติมสารละลายกรดซิตริกทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 85±1 องศาเซลเซียส บรรจุขวดพร้อมปิดด้วยฝาชนิดเกลียวมีขอบยางกันอากาศเข้า หล่อเย็นจนถึงอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

เก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (15,16) ก่อนนำมาวิเคราะห์คุณภาพ

4. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส

1) การวัดค่าความคงตัว ด้วยเครื่อง Bostwick consistometer

2) การวัดค่าสี ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta Color Reader CR-10

3) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง Hand refractometer

4) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter

5) การตรวจสอบหาร้อยละของกรดทั้งหมดด้วยวิธีการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล (17)

6) วิธีประเมินทางประสาทสัมผัสแยมกระเจี๊ยบ

การประเมินคุณภาพของแยม ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ความหวาน ความคงตัวของเจล และความชอบโดยรวม จำนวน 50 คน โดยการใช้แบบทดสอบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) (1 หมายถึงไม่ชอบที่สุด 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's

New Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำเสนอข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแปรผล SPSS Version

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบในชุดควบคุม (C1) และแยมที่มีปริมาณน้ำผักโขบ 0(C2) 5 10 15 และ 20 กรัม

ปริมาณน้ำผักโขบ (กรัม)	ค่าสี		
	L* ^{ns}	a*	b*
0 (C1)	33.96±3.06	3.84±0.34 ^{ab}	-2.78±0.24 ^d
0 (C2)	24.03±0.60	2.35±0.12 ^{bc}	0.22±0.15 ^b
5	26.14±0.58	2.65±0.10 ^{bc}	0.23±0.18 ^b
10	33.96±0.26	3.69±0.07 ^{ab}	-2.32±0.11 ^c
15	29.33±8.19	1.83±1.79 ^c	0.64±0.10 ^a
20	26.84±1.32	4.57±0.15 ^a	-3.29±0.08 ^e

C1 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม เพคติน 4 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบเข้มข้น 0 กรัม

C2 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบเข้มข้น 0 กรัม

^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

^{a-d} แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (P ≤ 0.05)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบในชุดควบคุม (C1) และแยมที่มีปริมาณน้ำผักโขบ 0(C2) 5 10 15 และ 20 กรัม

ปริมาณน้ำผักโขบ (กรัม)	คุณสมบัติทางเคมี			
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix) ^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดซิตริก)	ค่าความคงตัว (เซนติเมตร/นาท)
0 (C1)	2.59±0.00 ^a	66.66±0.57	5.13±0.40 ^d	0.50±0.00 ^d
0 (C2)	2.56±0.01 ^{bc}	68.00±0.58	6.61±0.40 ^c	0.22±0.01 ^e
5	2.57±0.00 ^b	67.33±1.15	6.76±0.40 ^c	0.25±0.00 ^e
10	2.56±0.01 ^{bc}	67.66±0.00	9.33±0.80 ^b	1.53±0.57 ^a
15	2.55±0.00 ^c	66.00±0.57	8.63±0.40 ^b	1.26±0.57 ^b
20	2.57±0.00 ^b	66.33±1.15	10.73±0.80 ^a	0.73±0.57 ^c

C1 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม เพคติน 4 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบแช่ข้ามชั้น 0 กรัม

C2 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบแช่ข้ามชั้น 0 กรัม

^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{a-d} แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบ ในชุดควบคุม (C1) และแยมที่มีปริมาณน้ำผักโขบ 0(C2) 5 10 15 และ 20 กรัม จากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน

ปริมาณน้ำผักโขบ (กรัม)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	ความหวาน ^{ns}	ความคงตัวของเจล	ความชอบโดยรวม
0 (C1)	5.74±1.44 ^b	5.62±1.18 ^b	6.24±1.02	5.82±1.14 ^c	5.90±1.05 ^c
0 (C2)	6.68±1.94 ^a	6.15±1.18 ^b	6.30±1.21	6.35±1.24 ^b	6.50±1.19 ^b
5	6.78±1.29 ^a	6.16±1.34 ^b	6.34±1.09	6.46±1.21 ^{ab}	6.70±1.36 ^b
10	6.66±1.39 ^a	6.02±1.36 ^b	6.32±1.46	6.36±1.10 ^b	6.64±1.27 ^b
15	6.78±1.57 ^a	6.80±1.21 ^a	6.82±1.22	6.96±1.08 ^a	7.28±1.33 ^a
20	6.78±1.11 ^a	6.84±1.21 ^a	6.80±1.27	6.82±0.94 ^a	7.24±1.07 ^a

C1 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม เพคติน 4 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบแช่ข้ามชั้น 0 กรัม

C2 แสดงถึงสูตรแยมชุดควบคุมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 290 กรัม ปริมาณน้ำผักโขบแช่ข้ามชั้น 0 กรัม

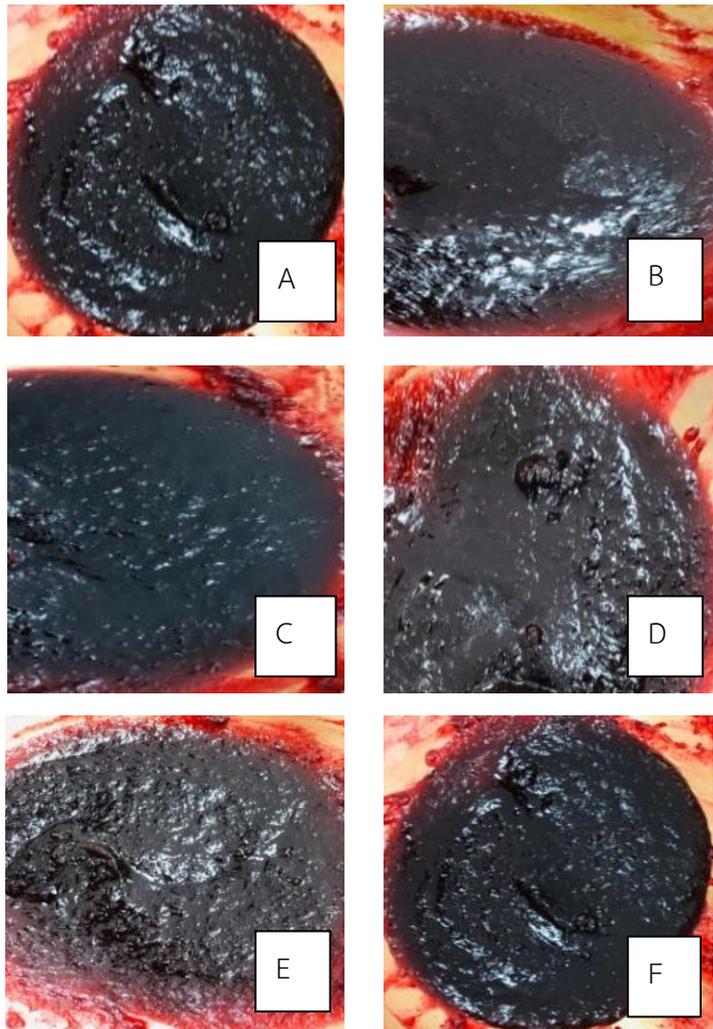
^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{a-d} แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

แยมกระเจี๊ยบที่ใช้น้ำผักโขบทดแทนน้ำตาลซูโครสมีลักษณะดังรูปที่ 2 สีของแยมกระเจี๊ยบมีสีม่วงแดงในทุกสิ่งทดลองทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลีบเลี้ยงและกลีบรองดอกของกระเจี๊ยบแดงมีสารสีแดงจำพวกแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จึงทำให้มีสีม่วงแดง (18) และจากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบพบว่าปริมาณน้ำผักโขบไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L^*) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 24.03-33.96 แต่มีผลกับค่าความเป็นสีแดง (a^*) โดยเฉพาะเมื่อเติมน้ำผักโขบปริมาณ 20 กรัม มีค่าสีแดงมากที่สุดเท่ากับ 4.57 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำผักโขบมีสีเขียวเข้มเมื่อผสมกับเนื้อกระเจี๊ยบที่มีสีแดงจึงมีสีแดงเข้มขึ้นเมื่อวัดค่าสีแดงจึงมีค่าสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น รองลงมาคือแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขบ 0 (C1) และ 10 กรัม มีค่าสีแดงเท่ากับ 3.84 และ 3.69 ส่วนแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขบ 5 และ 15 กรัม รวมทั้งชุดควบคุม C2 มีค่าสีแดงน้อยกว่าซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.65 1.83 และ 2.35 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขบ 15 กรัม มีค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 0.64 ในขณะที่แยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขบ 20 กรัม มีค่าสีเหลืองน้อยสุดเท่ากับ -3.29 (ตารางที่ 2)



รูปที่ 2 ลักษณะสีของแยมกระเจี๊ยบทั้ง 6 สูตร แยมชุดควคคุม (C1; A) แยมที่มีปริมาณน้ำผักไชยา 0(C2; B) 5 กรัม (C) 10 กรัม (D) 15 กรัม (E) และ 20 กรัม (F)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบทุกสิ่งทดลอง ดังตารางที่ 3 พบว่าค่าความเป็นกรดต่างของแยมกระเจี๊ยบอยู่ในช่วง 2.55-2.59 โดยการเพิ่มปริมาณน้ำผักไชยาส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างลดลง ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของแยมที่ระบุไว้ที่ 2.8-3.5 (4) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากส่วนของเนื้อกระเจี๊ยบที่มีความเปรี้ยวและจากงานวิจัยของ Sriboonthai (19) ได้วัดค่าความเป็นกรดต่างของกลีบเลี้ยงกระเจี๊ยบสีแดงเข้มอยู่ในช่วง 2.98-3.07 ดังนั้นจึงส่งผลต่อการผลิตแยมซึ่งในการทดลองนี้วัดค่าได้ต่ำกว่ามาตรฐานการผลิตแยม ตามมาตรฐานการผลิตแยมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 65.50-67.75

°Brix (4) จากการทดลองพบว่าน้ำผักไชยาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดซึ่งผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบอยู่ในช่วง 66.00-68.00°Brix ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักไชยา 20 กรัม มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 10.73 รองลงมาคือแยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักไชยา 10 15 และ 5 กรัม ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 9.33 8.63 และ 6.76 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดของแยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักไชยา 0 กรัม (C1) และ C2 มีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 5.13 และ 6.61 มีรายงานการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในผักไชยาจำนวน 100 กรัมพบว่าปริมาณกรดแอสคอร์บิกถึง 164 มิลลิกรัม

(20) ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุให้ปริมาณกรดทั้งหมดของแยมกระเจี๊ยบสูงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำผักโขม โดยปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าสูงกว่ามาตรฐานการผลิต (0.89-0.97) และแตกต่างจากงานวิจัยของ Ngampeerapong (21) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาล โดยค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และค่าร้อยละปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกพบว่าผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงมีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.61 ในทุกสูตรซึ่งมีค่าต่ำกว่างานวิจัยนี้ที่มีปริมาณกรดที่โดดเด่นได้อยู่ในช่วงร้อยละ 5.13-10.73 ทั้งนี้จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นได้ 3 °Brix เมื่อรวมกับน้ำคั้นของผักโขมที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่วัดได้มีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานของแยมจากการวัดค่าความคงตัวของแยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักโขม 10 และ 15 กรัม มีค่าความคงตัวโดยวัดจากระยะทางการไหลสูงกว่าแยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักโขม 20 O(C1) 5 กรัม และ C2 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการลดปริมาณน้ำตาลในแยมลงทำให้เกิดโครงสร้างของเจลไม่แข็งแรง เกิดเจลที่นิ่มหรือมีความหนืดต่ำ โดยบทบาทของน้ำตาลในแยมจะทำหน้าที่ช่วยให้เกิดเจลด้วยการเกิดพันธะไฮโดรเจนกับเพคติน ซึ่งน้ำตาลมีหมู่ไฮดรอกซิลจึงเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของเพคตินเป็นอิสระจึงเกิดพันธะกับโมเลกุลอื่นได้ (21) โดยความแข็งแรงของร่างแหมีผลมาจากความเข้มข้นของน้ำตาลและสภาพความเป็นกรด หากความแข็งแรงของน้ำตาลในแยมสูงจะช่วยคูดน้ำออกจากโมเลกุลของเพคตินทำให้เพคตินละลายได้น้อยลง เพคตินจึงเกิดเป็นร่างแหทำให้เจลแข็งแรงขึ้น (22) อย่างไรก็ตามค่าความคงตัวของแยมกระเจี๊ยบก็ยังคงต่ำกว่าแยมสับปรดที่ค่าความคงตัวโดยระยะทางการไหลที่ผู้ซื้อมคิดว่าพอเหมาะจะอยู่ในช่วง 2.3 ถึง 3.44 เซนติเมตรใน 1 นาที (23) ทั้งนี้ลักษณะของเนื้อแยมอาจแตกต่างกันไปตามผลไม้ที่ใช้ในการผลิตแยมซึ่งส่งผลต่อค่าความคงตัวของแยมแต่ละชนิดได้

จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม ดังตารางที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีของแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขมมากกว่าแยมกระเจี๊ยบที่ไม่ผสมน้ำผักโขมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยให้คะแนนด้านสีของแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขมทั้ง 5 10 15 และ 20 กรัม ไม่แตกต่างกัน ในด้านกลิ่นพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 15 และ 20 กรัม มากที่สุด ในขณะที่แยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 0(C1) C2 5 และ 10 กรัม มีคะแนนต่ำไม่แตกต่างกัน แยมกระเจี๊ยบในทุกสูตรไม่มีความแตกต่างในด้านความหวาน ส่วนค่าความคงตัวของเจล พบว่าแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 15 และ 20 กรัมมีค่าสูงกว่าแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 5 และ 10 กรัม ส่วนแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 0(C1) 5 กรัม มีค่าความคงตัวต่ำสุด จากการทดสอบความชอบโดยรวมพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนสูงในแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 15 และ 20 กรัม มากกว่าแยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 5 10 กรัม และ C2 ในขณะที่แยมกระเจี๊ยบผสมน้ำผักโขม 0(C1) 5 กรัม ผู้ทดสอบให้คะแนนน้อยสุด

สรุปผล

จากการศึกษาผลของน้ำผักโขมเข้มข้นต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดงพบว่าแยมกระเจี๊ยบที่ผสมน้ำผักโขม 15 และ 20 กรัม มีคะแนนด้านสี กลิ่น ความคงตัวของเจล และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าสีแดงเท่ากับ 1.83 และ 4.57 ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 2.55 และ 2.57 ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 8.63 และ 10.73 และค่าความคงตัวโดยวัดจากระยะการไหลเท่ากับ 1.26 และ 0.73 เซนติเมตรต่อนาที

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนเงินทุนงบรายได้ ประจำปี 2563

เอกสารอ้างอิง

1. Tanthawanich O. Mexican kale, easy to grow, easy to eat, suitable for urban people with limited space [Internet]. Bangkok: Technologychaoban; 2019 [cited 2019 Apr 09]. Availability from: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_30468. Thai.
2. Kulathuran PK, Narayanan N, Chidambaranathan N, Jegan N. Phytochemical analysis of leaf extract of *Cnidioscolus chayamansa* McVaugh. *Int J Pharmacogn Phytochem Res*. 2014;6(4):741-5.
3. Kuti JO, Torres ES. Potential nutritional and health benefits of tree spinach. In: J. Janick, editor. *Progress in new crops*. VA: ASHS Press Arlington; 1996: p. 516-20.
4. Thai community product standard. Jam. [Internet]. Bangkok: Thai industrial standards institute; 2019 [cited 2019 Apr 09]. Availability from: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps342_47.pdf. Thai.
5. Wanniyom V. Development of passion fruit jam using passion fruit rind [master's thesis]. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2009. Thai.
6. Ramrak M. Production of jam, jelly and marmalade [Internet]. KU-eMagazine; 2018 [cited 2018 Aug 06]. Availability from: <http://www.ku.ac.th/emagazine/december43/agri/jam.html>. Thai.
7. Sinthawalai S. *Food Theory, Volume 1; Principles of Cooking*. 4th ed, Bangkok: Kasetsart University; 1982. Thai.
8. Jaisan P, Klinhom J, Taimpakdee A. The test of pectin extracted from passion fruit peed in producing jam. Chiang Mai: Chiang Mai University; 1998. Thai.
9. Tornoda A, Tsuji A, Yoneyarna Y. Involvement of superoxide anion in the reaction mechanism of haemoglobin oxidation by nitrite. *Journal of Biochem*. 1989;193:169-79.
10. Toemwong N. [Total antioxidant, phenolic compounds and vitamin C of vegetables and herbs]. *Advanced Science journal*. 2008;8(1):41-8. Thai.
11. Saveski A, Stamatovska V, Pavlova V, Kalevska T, Spirovska VR. Sensory analysis of raspberry jam with different sweeteners. In: *Food science, engineering and technologies-2015; 2015 Oct; Scientific works of University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria*. p. 294-97.
12. Vilela A, Matos S, Abraão AS, Lemos AM, Nunes F. Sucrose replacement by sweeteners in strawberry, raspberry and cherry jams: effect on the textural characteristics and sensorial profile - a chemometric approach. *J Food Process*. 2015;2015:1-14.
13. Santanu B, Shivhare US. Rheological, textural, microstructural, and sensory properties of sorbitol-substituted mango jam. *Food Bioprocess Technol*. 2013;6:1401-13.

14. Babalola JO, Alabi OO. Effect of processing methods on nutritional composition, phytochemicals, and anti-nutrient properties of chaya leaf (*Cnidoscolus aconitifolius*). *Afr J Food Sci*. 2015;9(12):560-5.
15. Nausheen H, Siddiqui IA, Omar MT, Sana M, Zafar AM. Influence of pectin concentrations on physicochemical and sensory qualities of jams. *J Pharm Pharm Sci*. 2015;4(6):68-77.
16. Lichanporn I, Nanthachai N, Tanganurat P, Singkham A, Kromnongpai P. [Effect of pectin from watermelon rind on quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) jam]. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*. 2020;19(1):64-73. Thai.
17. AOAC. Official methods of analysis. 17th ed. Washington, D.C.: The Association of Official Analytical Chemists; 2000.
18. Hussein RM, Shahein YE, Hakim AEE, Awad HM. Biochemical and molecular characterization of three colored types of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Am J Sci*. 2010;6:726-33.
19. Sriboonthai C. Morphological characterization and secondary metabolites of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) [master's thesis]. Pathum Thani: Thammasat University; 2016. Thai.
20. Kuri-Garcia A, Chavez-Servin JL, Guzman-Maldonado SH. Phenolic profile and antioxidant capacity of *Cnidoscolus chayamansa* and *Cnidoscolus aconitifolius*: A review. *J Med Plants Res*. 2017;11(45):713-27.
21. Ngampeerapong N. Development of roselle jam product with reduced sugar [master's thesis]. Bangkok: Kasetsart University; 2014. Thai.
22. Fraeye I, Duvetter T, Doungra E, Loeyand AV, Hendrickx M. Fine-tuning the properties of pectin-calcium gels by control of pectin fine structure, gel composition and environmental. *Trends Food Sci Tech*. 2010;21:219-28.
23. Silapanapaporn O. Development of pineapple jam to meet quality standard for industry [master's thesis]. Bangkok: Kasetsart University; 1990. Thai.