

<http://journal.rmutp.ac.th/>

ผลของปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพเยลลี่ กระเจี๊ยบแดงพร้อมดื่ม

วรลักษณ์ แสงธาราทิพย์ อนุวัตร แจ้จันต์ และกมลวรรณ แจ้จันต์*

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

รับบทความ 24 มกราคม 2565 แก้ไขบทความ 21 กรกฎาคม 2565 ตอรับบทความ 30 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

กระเจี๊ยบเขียว และเมล็ดแมงลัก เป็นพืชสมุนไพรไทยและเป็นแหล่งของใยอาหารที่ดีให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค เมือกและวุ้นที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียวและเมล็ดแมงลักมีลักษณะเป็นเจล ซึ่งเป็นสมบัติที่ดีในการเป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่มเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากกระเจี๊ยบเขียวและเมล็ดแมงลัก เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ดูแลสุขภาพ ในการเตรียมวัตถุดิบ พบว่า เมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักมีผลผลิต ร้อยละ 38.7 และ 73.7 ตามลำดับ จากการศึกษาผลของปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำในผลิตภัณฑ์เยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่มต่อคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design ซึ่งมีจำนวน 7 สิ่งทดลอง พบว่าเมื่อปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวมลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวและน้ำมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบมากกว่าวุ้นเมล็ดแมงลัก การศึกษาผลของปริมาณแคลปาคาราจีแนนที่ ร้อยละ 0.00, 0.25 และ 0.50 ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม พบว่า เมื่อปริมาณแคลปาคาราจีแนนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแคลปาคาราจีแนน ร้อยละ 0.25 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด สูตรที่เหมาะสมของเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่มมีอัตราส่วนของ เมือกกระเจี๊ยบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำ เท่ากับ 1:1:3 และปริมาณแคลปาคาราจีแนน ร้อยละ 0.25

คำสำคัญ : เมือกกระเจี๊ยบเขียว; วุ้นเมล็ดแมงลัก; กระเจี๊ยบ; เยลลี่พร้อมดื่ม; คุณภาพ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +66 2562 5007, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: fagikwj@ku.ac.th

<http://journal.rmutp.ac.th/>

Effect of Okra Mucilage and Basil Seed Mucilage on the Qualities of Roselle Jelly Drink

Woraluk Saengtaratip, Anuvat Jangchud and Kamolwan Jangchud*

Department of product development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University
50 Ngamwongwan Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Received 24 January 2022; Revised 21 July 2022; Accepted 30 August 2022

Abstract

Okra and basil seeds are Thai herbs and good sources of fiber which provide health benefits to the consumers. Okra mucilage and basil seed mucilage have a jelly-like texture, which is a good property for using as the main ingredient of jelly drink products. This research aimed to develop a roselle jelly drink from okra mucilage and basil seed mucilage as an alternative product for healthy consumers. The yield of okra mucilage and basil seed mucilage from the preparation process was 38.7% and 73.7%, respectively. The effect of okra mucilage, basil seed mucilage and water content on the liking score of the roselle jelly drink attributes was investigated using mixture design experiment having seven formulations. The result showed that the increase in okra mucilage and basil seed mucilage resulted in decreased liking score of overall flavor, texture, sweetness, sourness and overall liking. Okra mucilage and water significantly affected liking scores of roselle jelly drink more than basil seed mucilage. The effect of kappa-carrageenan (0.00, 0.25 and 0.50%) on the quality of products indicated that when kappa-carrageenan increased, the hardness significantly increased ($p \leq 0.05$). The product containing 0.25% kappa-carrageenan gave the highest liking score for texture and overall liking. The optimal formula of the roselle jelly drink product contained okra mucilage, basil seed mucilage and water at the ratio of 1:1:3 and 0.25% kappa-carrageenan.

Keywords : Okra Mucilage; Basil Seed Mucilage; Roselle; Jelly Drink; Quality

* Corresponding Author. Tel.: +66 2562 5007, E-mail Address: fagikwj@ku.ac.th

1. บทนำ

กระเจี๊ยบเขียว หรือกระเจี๊ยบมอญ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench อยู่ในวงศ์ Malvaceae เป็นพืชสมุนไพรที่มีใยอาหารสูง และมีสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระ โดยกระเจี๊ยบเขียวฝักสด 100 กรัม มีปริมาณใยอาหาร 3.2 กรัม [1], [2] กระเจี๊ยบเขียวมีเพคตินซึ่งเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด และลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย [3] นอกจากนี้ฝักของกระเจี๊ยบเขียวยังมีเมือกเส้น หรือเรียกว่า มิวซิเลต (Mucilage) เป็นสารประเภทโพลีแซ็กคาไรด์ ซึ่งถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส เพิ่มความหนืด ช่วยให้เกิดความคงตัวและใช้เป็นสารก่อเจล [4], [5] งานวิจัยต่าง ๆ ยังพบว่า กระเจี๊ยบเขียวมีส่วนช่วยรักษาอาการและลดอัตราการเกิดโรคต่าง ๆ [6]-[8]

เมล็ดแมงลัก เป็นผลผลิตภายในประเทศที่มีราคาไม่สูง มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เมื่อเมล็ดยังมีน้ำส่งผลให้สารเมือก หรือมิวซิเลตของตัวมีลักษณะเป็นวุ้นรอบเมล็ด มิวซิเลตเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ จึงช่วยเพิ่มกากใยในระบบทางเดินอาหาร มีส่วนช่วยในการกระตุ้นระบบขับถ่าย เมื่อรับประทานจะรู้สึกอึดท้อง แต่ไม่ให้อิ่มท้อง จึงนิยมนำเมล็ดยังมีน้ำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์ช่วยควบคุมน้ำหนัก เมื่อกากเมล็ดยังมีน้ำเป็นแหล่งของไฮโดรคอลลอยด์ เช่น กลูโคแมนแนน ไซแลน และกลูแคน [9] ที่มีหน้าที่และคุณสมบัติต่าง ๆ ทั้งเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ สารก่อให้เจล โฟม สารเพิ่มความหนืด สารก่อให้เจล สารช่วยให้จับตัว สารทดแทนไขมัน สารเพิ่มความคงตัว และใช้เป็นแหล่งของใยอาหาร [10], [11] นอกจากนี้ยังมีการเติมเมล็ดยังมีน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ไม่เคี้ยวเพื่อสุขภาพ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ไม่เคี้ยวเพื่อสุขภาพเสริมใยอาหารจากวุ้นเมล็ดยังมีน้ำ [12] การเติมเมล็ดยังมีน้ำในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ทำให้มีโปรตีนและใยอาหารสูงขึ้น และช่วยเพิ่มความคงตัวของผลิตภัณฑ์ [13]

เจลลี่พร้อมดื่ม (Jelly drink) หรือเจลลี่เหลว (Liquid jelly) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักผลไม้ ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัด แล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารก่อให้เจลในปริมาณที่เหมาะสม อาจผสมกรดและส่วนประกอบอื่น ๆ เคี้ยวให้มีความชื้นเหนียวพอเหมาะ บรรจุในภาชนะที่ปิดได้สนิท โดยต้องมีลักษณะเป็นวุ้นเหลว สามารถใช้หลอดดูดได้ [14] เนื้อสัมผัสเป็นคุณภาพที่สำคัญคุณภาพหนึ่งของเจลลี่พร้อมดื่ม ดังนั้นการเสริมสารที่ก่อให้เกิดเจลลงไปจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้แก่ผลิตภัณฑ์ แคปซาคาราจีแนน เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง ทำหน้าที่เป็นสารก่อให้เจล สารเพิ่มความชื้นหนืด และสารช่วยให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารสามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจลที่สามารถเปลี่ยนกลับเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อนและเกิดเจลอีกครั้งเมื่อเย็นตัวลง (Thermoreversible gel) เจลที่ได้มีลักษณะใส เนื้อสัมผัสแข็งเปราะ โดยในผลิตภัณฑ์เจลลี่และขนมหวานที่มีลักษณะเป็นเจล มักใช้แคปซาคาราจีแนน ร้อยละ 0.5-1.0 [15] จากงานวิจัยที่ศึกษาผลของปริมาณคาราจีแนนในเจลลี่พร้อมดื่มกลั่นกลาย พบว่า ปริมาณคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และปริมาณคาราจีแนนที่ร้อยละ 0.4-0.8 ของน้ำหนักสูตร ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของเจลลี่พร้อมดื่มกลั่นกลายสูงที่สุด [16]

การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุและปัญหาสุขภาพที่พบมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ รวมทั้งให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติมากขึ้น [17] อีกทั้งเจลลี่พร้อมดื่มเป็นอาหารที่ย่อยง่าย สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ทุกเพศทุกวัย แต่ผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปยังมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ มีการเติมสารแต่งสี แต่งกลิ่นรส และวัตถุกันเสีย ดังนั้นการพัฒนาเจลลี่พร้อมดื่มที่ดีต่อสุขภาพและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค งานวิจัยนี้เห็นถึงประโยชน์ของ

กระเจี๊ยบเขียวและเมล็ดแมงลัก ซึ่งเป็นผลผลิตภายในประเทศที่มีราคาไม่สูง เป็นแหล่งของใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่สำคัญ จึงนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัตถุประสงค้งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวันเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม และปรับปรุงให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวันเมล็ดแมงลัก

เตรียมเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว โดยนำกระเจี๊ยบเขียวสด (ทั้งฝัก) จากตลาดอมรพันธ์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำ หั่นเป็นชิ้นตามแนวยาว แยกเมล็ดภายในฝักออก หั่นเป็นชิ้นขนาด 4 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำอุณหภูมิ 90 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที [18] จากนั้นปั่นผสมกับน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อสกัดมิวซิเลจ [19] โดยใช้ปริมาณน้ำต่อน้ำหนักกระเจี๊ยบเขียวในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ปั่นด้วยความเร็วสูง กรองแยกกากออก จะได้เมือกสีเขียว เตรียมวันเมล็ดแมงลัก โดยนำเมล็ดแมงลักแห้ง ตราข้าวทอง ร่อนผ่านตะแกรงเพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งปลอมปนออก นำเมล็ดไปแช่น้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 65 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ในอัตราส่วนน้ำต่อเมล็ดแมงลัก เท่ากับ 66:1 โดยน้ำหนัก [20], [21] นำเมล็ดแมงลักที่พองตัวเต็มที่แล้วกรองแยกน้ำออกด้วยกระชอน นำไปปั่นให้ละเอียด กรองกากและเมล็ดออก จะได้วันชั้นหนืดสีขาว

2.2 การศึกษาอิทธิพลของเมือกกระเจี๊ยบเขียว วันเมล็ดแมงลัก และน้ำต่อคุณภาพเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม

เยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่มมีส่วนผสมหลัก คือ เมือกกระเจี๊ยบเขียว วันเมล็ดแมงลัก และน้ำ ร้อยละ

77.8 ของน้ำหนักสูตรและส่วนผสมอื่น ๆ ประกอบด้วย น้ำกระเจี๊ยบแดง (เตรียมจากดอกกระเจี๊ยบแห้ง ร้อยละ 10) น้ำตาลทราย กรดซิตริก และเกลือป่น ร้อยละ 10, 12, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณส่วนผสมหลักในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้แผนการทดลองแบบผสม (Mixture design) กำหนดปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียว และวันเมล็ดแมงลัก อยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 45 น้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 90 ของน้ำหนักวัตถุดิบหลัก (77.8%) กำหนดสิ่งทดลองที่ครอบคลุมแผนการทดลองจำนวน 7 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สิ่งทดลองที่ได้จากแผนการทดลองแบบผสม

สิ่งทดลอง	X_1	X_2	X_3	X_1 (ร้อยละ)	X_2 (ร้อยละ)	X_3 (ร้อยละ)
1	0.10	0.00	0.90	7.8	0.0	70.0
2	0.00	0.10	0.90	0.0	7.8	70.0
3	0.00	0.45	0.55	0.0	35.0	42.8
4	0.35	0.45	0.20	27.2	35.0	15.6
5	0.45	0.35	0.20	35.0	27.2	15.6
6	0.45	0.00	0.55	35.0	0.0	42.8
7	0.20	0.20	0.60	15.6	15.6	46.6

หมายเหตุ ส่วนผสมทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เมือกกระเจี๊ยบเขียว (X_1) วันเมล็ดแมงลัก (X_2) และน้ำ (X_3) รวมกันเป็น 1.00 (100% Mixture design), ร้อยละของน้ำหนักสูตร

วิธีการเตรียมเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม ดัดแปลงจาก Nazir and Adrian [22] เริ่มจากผสมน้ำตาลและเกลือป่นในน้ำ คนให้เข้ากัน นำส่วนผสมตั้งไฟที่อุณหภูมิ 60 ± 2 องศาเซลเซียส คนจนส่วนผสมทั้งหมดละลาย เติมน้ำกระเจี๊ยบเขียวและวันเมล็ดแมงลัก ใช้ตะกร้อมือตีจนเข้ากันดี เพิ่มความร้อนจนส่วนผสมมีอุณหภูมิ 90 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิลดลงเป็น 70 ± 2 องศาเซลเซียส เติมน้ำกระเจี๊ยบแดงและกรดซิตริก คนให้ส่วนผสมเข้ากัน บรรจุขณะร้อนในซองอลูมิเนียมฟอยด์ที่มีจุดดูด

ซิลปิดปากของให้สนิท ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วโดยแช่ในน้ำที่ผสมน้ำแข็ง จากนั้นนำเข้าแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพโดยวัดค่าสี ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.3 การศึกษาผลของแคปปาคาราจีแนตต่อคุณภาพเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม

เลือกสิ่งทดลองที่เหมาะสม จากผลการทดลองในข้อ 2.2 โดยพิจารณาการใช้ประโยชน์จากเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักในปริมาณสูงสุดที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนา และมีคะแนนความชอบโดยรวมตั้งแต่ระดับ 6.0 คะแนน และนำไปพัฒนาต่อโดยศึกษาผลของปริมาณแคปปาคาราจีแนตเพื่อปรับปรุงคุณภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ศึกษาปริมาณแคปปาคาราจีแนต 3 ระดับ ที่ร้อยละ 0.00, 0.25 และ 0.50 ของน้ำหนักสูตร ทำการแทนที่ปริมาณน้ำในสูตร และกำหนดให้ส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ วิธีการเตรียมเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่มตามวิธีการในข้อ 2.2 วิเคราะห์คุณภาพ โดยวัดค่าสี ค่าความแข็ง ค่า TSS ค่า pH และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.4.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

วัดค่าสี ระบบ CIE $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer (Konica Minolta CM 3500d, Japan) ที่แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมสังเกตการณ์ 10° โดยบรรจุตัวอย่างใน Petri Dish และโหมดการวัดการสะท้อนแสง โดยค่าความสว่าง L^* มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง ตัวอย่างมีสีดำ และ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีสีขาว ค่าสี a^* เป็นบวก ($+a^*$) หมายถึงตัวอย่างมีสีแดง ถ้าค่าเป็นลบ ($-a^*$) หมายถึงตัวอย่างมีสีเขียว และค่าสี b^* เป็นบวก ($+b^*$) หมายถึงตัวอย่างมีสีเหลือง ถ้าค่า

เป็นลบ ($-b^*$) หมายถึงตัวอย่างมีสีน้ำเงิน ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

วัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyser (TA.XT plus, USA) โดยใช้ชุดอุปกรณ์ Back extrusion rig หัววัด A/BE-d48 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร บรรจุตัวอย่างสูง 25 มิลลิเมตร วัดโดยกดตัวอย่างเป็นระยะทาง 12.5 มิลลิเมตร [23] ทำการวัดค่าจำนวน 7 ซ้ำ

2.4.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) ด้วย Pocket Refractometer (PAL-3, Japan) และวัดค่า pH ด้วย pH meter (Eutech Instruments pH 700, Singapore) ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

2.4.3 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-Point hedonic scale) ใช้สเกลคะแนน 9 ระดับ ในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสโดยรวม เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยระดับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 ไม่ชอบมากที่สุด ประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน

2.5 แผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองวางแผนแบบผสม (Mixture Design) ศึกษา 3 ตัวแปร ได้แก่ เมือกกระเจี๊ยบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำ จำนวน 7 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) โดยใช้แบบจำลองเส้นตรง (Linear model) กำหนดให้ Y =คะแนนความชอบโดยรวม X_1 =ปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียว X_2 =ปริมาณวุ้นเมล็ดแมงลัก และ X_3 =ปริมาณน้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาผลของปริมาณแคปปาคาราจีแนต 3 ระดับ

ที่ร้อยละ 0.00, 0.25 และ 0.50 ของน้ำหนักสูตร ต่อคุณภาพเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม นำข้อมูลคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

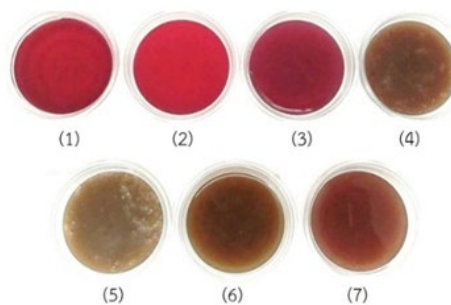
3.1 การเตรียมวัตถุดิบเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลัก

กระเจี๊ยบเขียวสด (ทั้งฝัก) เมื่อทำการตัดแต่งแยกเมล็ด ปั่นผสมกับน้ำ แล้วกรองแยกกากออก จะได้ผลผลิตเมือกกระเจี๊ยบเขียว ร้อยละ 38.7 เมล็ดแมงลักแห้ง เมื่อนำไปแช่น้ำจนพองตัวเต็มที่ นำไปปั่น กรองกากและเมล็ดออก จะได้ผลผลิตวุ้นเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 73.7 โดยเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ได้เป็นของเหลวสีเขียว ลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นเมือกกลื่น ยืดเหนียว วุ้นเมล็ดแมงลักเป็นของเหลวขุ่นหนืด สีขาวขุ่น เกาะตัวกันเป็นก้อน ไม่ยืดหยุ่น

3.2 อิทธิพลของเมือกกระเจี๊ยบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำ ต่อคุณภาพเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า เมือกกระเจี๊ยบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำ มีอิทธิพลต่อค่า TSS และ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 4-6 มีค่าสีแดง (a^*) ลดลงและมีค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองที่ 1-3 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวในสิ่งทดลองที่ 4-6 ดังรูปที่ 1 เช่นเดียวกับการผสมน้ำกระเจี๊ยบแดงกับน้ำมะม่วง น้ำฝรั่ง และน้ำมะละกอที่อัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งทำให้ค่าสีแตกต่างกัน [24] ค่า TSS อยู่ในช่วง 12.2-12.9 °Brix และค่า pH อยู่ในช่วง 2.96-3.48 ซึ่งใกล้เคียง

กับเยลลี่เม้าเครื่องดื่มที่มีค่า TSS อยู่ในช่วง 12.7-14.5 °Brix และค่า pH อยู่ในช่วง 3.2-3.4 [12] ค่า TSS และ pH ของแต่ละสิ่งทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ยังคงมีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากข้อมูลมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ (Standard Deviation, SD) ดังตารางที่ 2 จากการสังเกตยังพบว่าปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัส สิ่งทดลองที่ปริมาณเมือกกระเจี๊ยบเขียวสูงจะมีเนื้อสัมผัสเป็นเมือกกลื่น และสิ่งทดลองที่ปริมาณวุ้นเมล็ดแมงลักสูงจะมีเนื้อสัมผัสเป็นของเหลวขุ่น เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสของวัตถุดิบและสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ต่างกันได้แก่ เพกตินในเมือกกระเจี๊ยบเขียว กุลโคแมนแนนและไซแลนในวุ้นเมล็ดแมงลัก [3], [9]



รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏของสีเยลลี่กระเจี๊ยบพร้อมดื่ม 7 สิ่งทดลอง ที่มีส่วนผสมต่างกัน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 สูงที่สุด ที่ระดับชอบปานกลาง (7.0 และ 7.3 ตามลำดับ) รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 7 ที่ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.5) และสิ่งทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 ที่ระดับคะแนน 5.7, 5.1, 5.3 และ 5.2 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 เมื่อใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนองโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าแบบจำลอง Linear model สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ ร้อยละ 96 ($R^2 = 0.96$) และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวมเนื้อสัมผัส รสหวาน รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวมมี

ความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางบวกเช่นเดียวกัน ($p \leq 0.05$) จึงเลือกใช้แบบจำลอง Linear model ของคะแนนความชอบโดยรวม (Y) เป็นตัวแทนในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมือกกระเจียบเขียว (X_1) วุ้นเมล็ดแมงลัก (X_2) และน้ำ (X_3) แบบจำลองที่ได้คือ $Y = 3.92X_1 + 4.95X_2 + 7.28X_3$ และจากรูปที่ 2 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อปริมาณเมือกกระเจียบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักมากขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลง โดยการเพิ่มเมือกกระเจียบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักมากกว่า ร้อยละ 20 ของส่วนผสมหลัก (77.8%) จะทำให้สิ่งทดลองมีเนื้อสัมผัสยืด

เหนียวและมึนเกินไปที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เมื่อพิจารณาสิ่งทดลองที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์คะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าระดับ 6 และมีปริมาณเมือกกระเจียบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลักสูงสุด พบว่า สิ่งทดลองที่ 7 ที่มีปริมาณเมือกกระเจียบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำ ในอัตราส่วน 1: 1: 3 (ร้อยละ 77.8 ของน้ำหนักสูตร) หรือ ร้อยละ 15.6, 15.6 และ 46.6 ของน้ำหนักสูตรทั้งหมดเป็นสิ่งทดลองที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ยังมีความแข็งของเจลน้อยเกินไป จึงต้องปรับปรุงเพื่อพัฒนาเนื้อสัมผัส โดยการเติมไฮโดรคอลลอยด์ในการศึกษาในข้อต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่กระเจียบพร้อมดื่ม

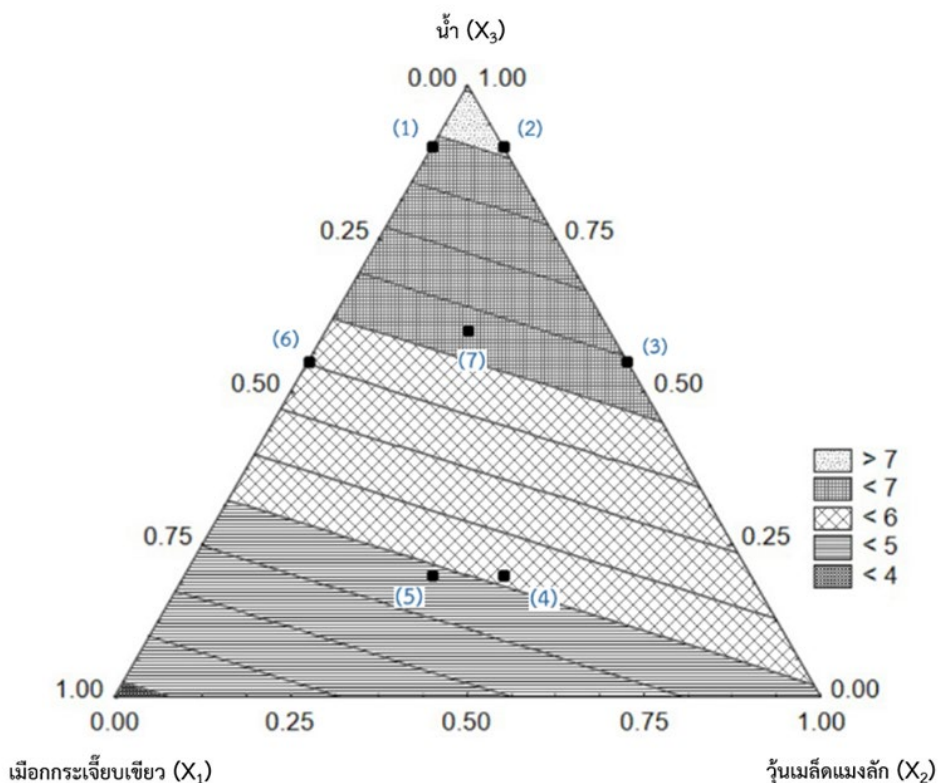
สิ่งทดลอง	เมือกกระเจียบเขียว (X_1)	วุ้นเมล็ดแมงลัก (X_2)	น้ำ (X_3)	ค่าสี			TSS	pH
				L*	a*	b*	(°Brix)	
1	0.10	0.00	0.90	16.50±0.09 ^d	5.84±0.10 ^e	2.08±0.06 ^f	12.6±0.2 ^b	3.01 ±0.01 ^e
2	0.00	0.10	0.90	13.36±0.61 ^e	8.91±0.39 ^b	2.41±0.19 ^e	12.3±0.1 ^c	2.96 ±0.01 ^f
3	0.00	0.45	0.55	16.15±0.66 ^d	18.40±0.66 ^a	1.84±0.26 ^g	12.2±0.0 ^c	3.09 ±0.02 ^d
4	0.35	0.45	0.20	27.98±0.30 ^b	6.54±0.05 ^d	11.85±0.14 ^c	12.9±0.1 ^a	3.43 ±0.01 ^b
5	0.45	0.35	0.20	30.55±0.05 ^a	4.16±0.02 ^f	14.09±0.08 ^a	12.6±0.0 ^b	3.48 ±0.01 ^a
6	0.45	0.00	0.55	25.18±0.07 ^c	4.27±0.06 ^f	12.55±0.27 ^b	12.8±0.1 ^a	3.40 ±0.01 ^b
7	0.20	0.20	0.60	24.74±0.03 ^c	8.05±0.03 ^c	8.36±0.07 ^d	12.6±0.0 ^b	3.23 ±0.04 ^c

หมายเหตุ ^{a-f} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง สิ่งทดลองแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ และคะแนนความชอบโดยรวมของสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	กลิ่นรสโดยรวม	เนื้อสัมผัส	รสหวาน	รสเปรี้ยว	ความชอบโดยรวม
1	7.4 ± 0.9 ^a	6.7 ± 1.4 ^a	7.1 ± 0.8 ^{ab}	7.0 ± 0.8 ^a	7.0 ± 1.0 ^{ab}
2	7.3 ± 0.07 ^a	6.7 ± 1.5 ^a	7.3 ± 1.2 ^a	7.2 ± 1.1 ^a	7.3 ± 0.9 ^a
3	6.0 ± 1.1 ^{bc}	5.3 ± 1.5 ^{bc}	6.3 ± 1.1 ^c	6.2 ± 1.2 ^{bc}	5.7 ± 1.3 ^c
4	5.7 ± 1.1 ^{bc}	5.0 ± 1.5 ^c	6.1 ± 1.1 ^{cd}	5.8 ± 1.3 ^{cd}	5.1 ± 1.4 ^c
5	5.5 ± 1.3 ^c	4.9 ± 1.2 ^c	6.0 ± 1.0 ^{cd}	5.9 ± 1.3 ^{cd}	5.3 ± 1.2 ^c
6	5.7 ± 1.3 ^{bc}	5.0 ± 1.3 ^c	5.7 ± 1.1 ^d	5.5 ± 1.2 ^d	5.2 ± 1.3 ^c
7	6.2 ± 1.3 ^b	5.9 ± 0.9 ^b	6.6 ± 0.8 ^{bc}	6.7 ± 0.8 ^{ab}	6.5 ± 0.8 ^b

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง สิ่งทดลองแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 2 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมือกกระเจียบเขียว (X_1) วุ้นเมล็ดแมงลัก (X_2) และน้ำ (X_3) ต่อคะแนนความชอบโดยรวม (Y)

3.3 ผลของแคลปการจี้แนต่อคุณภาพ เยลลี่กระเจียบพร้อมดื่ม

สิ่งทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองในข้อ 3.2 มีลักษณะเป็นเจลที่ไม่แข็งแรง เนื้อสัมผัสค่อนข้างเหลวไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (5.9) จึงนำมาปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยการเติมสารก่อให้เกิดเจลแคลปการจี้แน ร้อยละ 0.00, 0.25 และ 0.5 ของน้ำหนักสูตร การศึกษาผลของปริมาณแคลปการจี้แนต่อคุณภาพเยลลี่กระเจียบพร้อมดื่มพบว่า ปริมาณแคลปการจี้แนมีอิทธิพลต่อ ค่าสี ค่า TSS ค่า pH และค่าความแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4 ทุกสิ่งทดลองมีสีแดงคล้ำ มีค่า TSS อยู่ในช่วง 13.4-13.9°brix และค่า pH อยู่ในช่วง 2.99-3.02 ค่า TSS และ pH ของแต่ละสิ่งทดลองมีค่า

ใกล้เคียงกัน แต่ยังคงมีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากข้อมูลมีค่า SD ต่ำ ค่าความแข็งของสิ่งทดลองอยู่ในช่วง 33.11-222.70 กรัม การเติมแคลปการจี้แนทำให้สิ่งทดลองมีลักษณะเป็นเจลที่แข็งแรงขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งสูงขึ้น สิ่งทดลองที่มีปริมาณแคลปการจี้แนสูงมีค่าความแข็งสูงกว่าสิ่งทดลองที่มีปริมาณการจี้แนต่ำกว่า ($p \leq 0.05$) เนื่องการแคลปการจี้แนมีคุณสมบัติเป็นสารก่อให้เกิดเจล เมื่อรวมตัวกับน้ำในอุณหภูมิที่เหมาะสม (30-70°C) จะเกิดโครงสร้างของเจลกึ่งแข็ง ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น [15]

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม รสหวาน และรสเปรี้ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังตารางที่ 5 สิ่งทดลองที่มีปริมาณแคปซาคาราจีแนน ร้อยละ 0.25 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมที่ระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง (6.5 และ 6.8 ตามลำดับ) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่พบว่า คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและคะแนนความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ($r = 0.7$) หากคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงขึ้นด้วย ปริมาณแคปซาคาราจีแนน ร้อยละ 0.5 ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลง เนื่องจากมี

ความแข็งมากเกินไป จึงไม่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม (เยลลี่เหลว) ที่ต้องมีลักษณะเป็นวุ้นเหลวสามารถใช้หลอดดูดได้ [14] ดังนั้นสิ่งทดลองที่เหมาะสมประกอบด้วย เมื่อกระเจียบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก น้ำแคปซาคาราจีแนน น้ำกระเจียบแดง น้ำตาลทราย กรดซิตริก และเกลือป่น ร้อยละ 15.60, 15.60, 46.35, 0.25, 10.00, 12.00, 0.10 และ 0.10 ของน้ำหนักสูตรตามลำดับ มีคะแนนความชอบโดยรวมที่ระดับชอบปานกลาง (6.8)

ตารางที่ 4 ค่าสีและค่าคุณภาพต่าง ๆ ของเยลลี่กระเจียบพร้อมดื่มที่มีปริมาณแคปซาคาราจีแนนแตกต่างกัน

แคปซาคาราจีแนน (ร้อยละ)	ค่าสี			TSS	pH	ความแข็ง
	L*	a*	b*	(°brix)		(g)
0.00	12.67±0.02 ^c	14.32±0.07 ^c	8.60±0.09 ^c	13.40±0.00 ^c	2.99±0.01 ^b	33.11±0.93 ^c
0.25	13.14±0.02 ^b	15.31±0.09 ^b	9.04±0.18 ^a	13.56±0.10 ^b	3.02±0.01 ^a	94.57±3.74 ^b
0.50	13.67±0.01 ^a	15.90±0.05 ^a	8.81±0.13 ^b	13.90±0.00 ^a	3.00±0.01 ^b	222.70±3.93 ^a

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง สิ่งทดลองแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ และความชอบโดยรวม ของเยลลี่กระเจียบพร้อมดื่มที่มีปริมาณแคปซาคาราจีแนนแตกต่างกัน

แคปซาคาราจีแนน (ร้อยละ)	กลิ่นรสโดยรวม ^{ns}	เนื้อสัมผัส	รสหวาน ^{ns}	รสเปรี้ยว ^{ns}	ความชอบ โดยรวม
0.00	6.8 ± 0.9	5.1 ± 1.1 ^c	7.0 ± 0.9	7.1 ± 0.8	5.7 ± 1.0 ^c
0.25	7.0 ± 0.9	6.5 ± 0.7 ^a	7.1 ± 0.9	7.0 ± 0.9	6.8 ± 0.8 ^a
0.50	6.5 ± 1.0	5.8 ± 1.2 ^b	7.2 ± 0.6	7.1 ± 0.8	6.2 ± 1.0 ^b

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง สิ่งทดลองแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} สิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. สรุป

การศึกษาปริมาณเมื่อกระเจียบเขียว ร้อยละ 0-45 วุ้นเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 0-45 และน้ำ ร้อยละ 20-90 ของปริมาณส่วนผสมหลัก ด้วยแผนการทดลองแบบผสม พบว่า ปริมาณเมื่อกระเจียบเขียว วุ้นเมล็ดแมงลัก และน้ำส่งผลต่อค่าสี ค่า TSS และค่า pH ของเยลลี่

กระเจียบพร้อมดื่ม การเพิ่มเมื่อกระเจียบเขียวและวุ้นเมล็ดแมงลัก ส่งผลให้คะแนนความชอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณที่เติมไม่ควรเกิน ร้อยละ 20 ของส่วนผสมหลัก (77.8%) จากการปรับปรุงเนื้อสัมผัส พบว่า แคปซาคาราจีแนน ร้อยละ 0.25 ของน้ำหนักสูตรทำให้ผลิตภัณฑ์

มีเจลที่แข็งแรงขึ้น โดยมีค่าความแข็ง เท่ากับ 94.57 กรัม และมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุด ดังนั้นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการในเยลลี่พร้อมดื่มด้วยเมือกกระเจี๊ยบเขียวและเมล็ดแมงลักในครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] USDA. (2018). FoodData Central: Okra (raw). [Online]. Available: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169260/nutrients>
- [2] A. Roy, S. L. Shrivastava and S. M. Mandal, "Functional properties of Okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences," *Plant Science Today*, no. 3, pp. 121-130, 2014.
- [3] H. F. Gemedede, N. Ratta, G. D. Haki, A. Z. Woldegiorgis and F. Bey, "Nutritional Quality and Health Benefits of Okra (*Abelmoschus Esculentus*): A Review," *Global Journal of Medical Research*, vol. 14, no. 5, 2014.
- [4] K. Alba, A. P. Laws and V. Kontogiorgos, "Isolation and characterization of acetylated LM-pectins extracted from okra pods," *Food Hydrocolloids*, vol. 43, pp. 726-735, 2015.
- [5] V. Kontogiorgos, I. Margelou, N. Georgiadis and C. Ritzoulis, "Rheological characterization of okra pectins," *Food Hydrocolloids*, vol. 29, no. 2, pp. 356-362, 2012.
- [6] H. Wang, G. Chen, D. Ren and S.-T. Yang, "Hypolipidemic Activity of Okra is Mediated Through Inhibition of Lipogenesis and Upregulation of Cholesterol Degradation," *Phytotherapy Research*, vol. 28, no. 2, pp. 268-273, 2014.
- [7] S. Fan, Y. Zhang, Q. Sun, L. Yu, M. Li, B. Zheng, X. Wu, B. Yang, Y. Li and C. Huang, "Extract of okra lowers blood glucose and serum lipids in high-fat diet-induced obese C57BL/6 mice," *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 25, no. 7, pp. 702-709, 2014.
- [8] L. G. Monte, T. Santi-Gadelha, L. B. Reis, E. Braganhol, R. F. Prietsch, O. A. Dellagostin, R. R. e Lacerda, C. A. A. Gadelha, F. R. Conceicao and L. S. Pinto, "Lectin of *Abelmoschus esculentus* (okra) promotes selective antitumor effects in human breast cancer cells," *Biotechnology Letters*, vol. 36, no. 3, pp. 461-469, 2014.
- [9] F. Kurd, M. Fathi and H. Shekarchizadeh, "Basil seed mucilage as a new source for electrospinning: Production and

- physicochemical characterization,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 95, pp. 689-695, 2017.
- [10] S. Naji-Tabasi and S. M. A. Razavi, “Functional properties and applications of basil seed gum: An overview,” *Food Hydrocolloids*, vol. 73, pp. 313-325, 2017.
- [11] S. H. Hosseini-Parvar, L. Matia-Merino, K. K. T. Goh, S. M. A. Razavi and S. Mortazavi, “Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature,” *Journal of Food Engineering*, vol. 101, no. 3, pp. 236-243, 2010.
- [12] Sukrichaya Hemathulin and Kannika Sombun, “The Functional Mao (*Antidesma bunius*) Jelly Drink with Mucilage, Biological Extracts from Hairy Basil Seed,” *KHON KAENAGR. J.*, vol. 43, SUPPL. 1, 2015.
- [13] A. Hajmohammadi, M. Pirouzifard, M. Shahedi and M. Alizadeh, “Enrichment of a fruit-based beverage in dietary fiber using basil seed: Effect of Carboxymethyl cellulose and Gum Tragacanth on stability,” *LWT*, vol. 74, pp. 84-91, 2016.
- [14] *Thai Community Products Standards*, TCPS Number 518/2547, 2004.
- [15] W. R. Blakemore and A. R. Harpell, “Carrageenan,” in *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, A. Imeson, 1st ed. UK: Blackwell Publishing, 2010, pp. 73-93.
- [16] S. Rattanatavon, P. Siriphunt and S. Vatthanakul, “Development of banana flavor carrageenan jelly drink fortifie with banana peel extracts,” *International journal of agricultural technology*, vol. 16, no. 3, pp. 685-694, 2020.
- [17] S. Gisbert. (2018). What's trending in Thai functional drinks [Online]. Available: <https://clients.mintel.com/report/what-s-trending-in-thai-functional-drinks>
- [18] B. Sugara, K. Ambarwati and E. Damayanthi, “Mineral bioavailability in jelly drink made of green okra (*Abelmoschus esculentus*) and strawberry (*Fragaria ananassa*) extract,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 196, p. 012007, 2018.
- [19] U. Farooq, R. Malviya and P. K. Sharma, “Extraction and characterization of okmucilage as pharmaceutical excipient,” *Academic Journal of Plant Sciences*, vol. 6, pp. 168-172, 2013.
- [20] S. M. A. Razavi, S. A. Mortazavi, L. Matia-Merino, S. H. Hosseini-Parvar, A. Motamedzadegan and E. Khanipour, “Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.),” *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 44, no. 9, pp. 1755-1762, 2009.
- [21] S. Nazir, I. A. Wani and F. A. Masoodi, “Extraction optimization of mucilage from Basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds using

- response surface methodology,” *Journal of Advanced Research*, vol. 8, no. 3, pp. 235-244, 2017.
- [22] N. Nazir and M. R. Adrian, “The improvement lycopene availability and antioxidant activities of tomato (*Lycopersicum Esculentum*, Mill) Jelly Drink,” *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 9, pp. 328-334, 2016.
- [23] J. Hurler, A. Engesland, B. Poorahmary Kermany and N. Škalko-Basnet, “Improved texture analysis for hydrogel characterization: Gel cohesiveness, adhesiveness, and hardness,” *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 125, no. 1, pp. 180-188, 2012.
- [24] B. Mgaya-Kilima, S. F. Remberg, B. E. Chove and T. Wicklund, “Influence of storage temperature and time on the physicochemical and bioactive properties of roselle-fruit juice blends in plastic bottle,” *Food Science & Nutrition*, vol. 2, no. 2, pp. 181-191, 2014.