



ผลของสารก่อเจลและสารให้ความหวานต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์เยลลี่สารสกัดมะปราง (*Bouea macrophylla* Griff)

กอบพร จันทร์โพธิ์¹, สุภาวดี ดาวดี¹, ดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล^{1*}

บทคัดย่อ

ผลของสารก่อเจลและสารให้ความหวานต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์เยลลี่สารสกัดมะปราง (*Bouea macrophylla* Griff)

กอบพร จันทร์โพธิ์¹, สุภาวดี ดาวดี¹, ดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล^{1*}

ว. เกษตรศาสตร์อีสาน, มีนาคม 2558; 11(ฉบับพิเศษ) : 290-295

บทนำ: มะปราง (*Bouea macrophylla* Griff) เป็นผลไม้ในวงศ์ Anacardiaceae องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของมะปรางคือสารกลุ่มแคโรทีนอยด์และ ฟีนอลิก ซึ่งสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและโรคเมะเร็ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารก่อเจลและสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่สารสกัดมะปราง **วิธีการดำเนินการวิจัย:** ทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับสกัดมะปรางโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดได้แก่ น้ำ เอทานอล ร้อยละ 50 และเอทานอล ร้อยละ 95 วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ แคโรทีนอยด์รวม ฟีนอลิกรวม และการทดสอบผลผลิตร้อยละ (%Yield) ในสารสกัด จากนั้นนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่โดยใช้สารก่อเจล 2 ชนิดคือ เจลาตินที่ความเข้มข้น ร้อยละ 10, 12 และ 14 และเพคตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 1.2 และ 1.4 และสารให้ความหวานที่แตกต่างกัน 2 ชนิดคือซูโครสและซูคราโลส ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปทดสอบคุณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพ **ผลการศึกษาวิจัย:** ตัวทำละลายที่เหมาะสม จากการสกัดมะปรางคือเอทานอลร้อยละ 95 เนื่องจากให้ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมและฟีนอลิกรวมมากที่สุดคือ ร้อยละ 4.64±0.23 และ 17.40±0.38 ตามลำดับ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบสารก่อเจลและสารให้ความหวานซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 12 สูตร โดยมีค่าความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ยของตำรับอยู่ที่ 3.7±0.1 เมื่อทำการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าตำรับที่มีเจลาติน ร้อยละ 14 น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวาน มีค่าความแข็งแรง (Firmness) ค่าการบดเคี้ยว (Chewiness) และค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) สูงนอกจากนี้การใช้ เจลาตินร้อยละ 10 12 น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลซูคราโลสมีค่ายืดหยุ่น (Springiness) สูง และการใช้เจลาตินร้อยละ 10 น้ำตาลซูโครสให้ค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ ค่าความแข็งแรง และค่าการบดเคี้ยว ต่ำสุดในผลิตภัณฑ์ **สรุปผลการวิจัย:**จากการศึกษาผลของสารก่อเจลจากลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าเจลาตินให้ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นได้ดีกว่าเพคติน และสารให้ความหวานเทียมจะเกิดความแข็งแรงของเจลได้น้อยกว่าสารให้ความหวานจากธรรมชาติ

คำสำคัญ: มะปราง, แคโรทีนอยด์, ฟีนอลิก, สารก่อเจล, สารให้ความหวาน

¹ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Abstract

Effects of gelling and sweetening agents on characteristics of Maprang crude extract's jelly product (*Bouea macrophylla* Griff)

Kobporn Chanpho¹, Supawadee Daodee¹, Duangkamon Sakloetsakun^{1*}

IJPS, March 2015; 11(Supplement) : 290-295

Introduction: Maprang (*Bouea macrophylla* Griff) is a common fruit in Anacardiaceae family which has high nutritional values. Common chemical compositions in Maprang are carotenoid, and phenolic compound which show effects on antioxidant and anti-cancer properties. It was therefore the aim of this research to study effects of gelling agents and sweeteners on characteristics of Maprangs' jelly. **Materials and Method:** Three different solvents, namely, water, 50%



ethanol and 95% ethanol were used to extract the Maprang. The extraction which contains high content of total carotenoid, phenolic, and % yield was carried out to prepare a jelly product. The Maprang jelly products were formulated by varying 2 types of gelling agents: gelatin and pectin, and sweeteners: sucrose and sucralose. Furthermore, chemical and physical properties of the formulations were tested. **Results:** 95% Ethanol was chosen as an extraction solvent because it provided the highest total carotenoids and phenolic compounds which were 4.64 ± 0.23 % and 17.40 ± 0.38 %, respectively. By using 2 types of gelling agents and sweeteners, 12 formulations were obtained. Overall, the average pH of the product was 3.7. Results obtained from a Texture analyzer showed that the product using 14% gelatin and sucrose as sweetener had high values of firmness, Cohesiveness and chewiness. Moreover, 10 and 12% gelatin together with sucrose and sucralose revealed better the highest properties on springiness, whereas that of 10% gelatin and sucralose in the product had low lowest firmness, chewiness and cohesiveness compared to other formulations. **Conclusion:** According to the results, by using gelatin in the formulation, the firmness and springiness of the product were better than using pectin. Furthermore, the firmness of the product might be affected by the type of sweeteners. The texture of product was softer when using artificial sweetener in comparison to natural sucrose.

Keywords: MAPRANG, Carotenoid, Phenolic, gelling agent, sweetener

¹ Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

* Corresponding author: Assistant Professor in Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, KhonKaen University, KhonKaen, Thailand 40002 Tel/Fax 66-43362095/ 66-43202379 e-mail: sduangk@kku.ac.th

บทนำ

มะปราง (*Bouea macrophylla* Griff) เป็นพืชวงศ์ Anacardiaceae (Chaleansuk Fine, 1994) มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา และมาเลเซียซึ่งเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยและนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังพบว่ามะปรางมีองค์ประกอบที่สำคัญใน 100 กรัม ได้แก่ พลังงาน 60 แคลอรี โปรตีน 0.8 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 15.7 กรัม เส้นใย 150.0 มิลลิกรัม แคลเซียม 12.0 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 22.0 มิลลิกรัม วิตามิน เอ 120 ไมโครกรัม เหล็ก 0.9 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 230 ไมโครกรัม วิตามิน บี 10.04 มิลลิกรัม วิตามิน ซี 107 มิลลิกรัม จากการศึกษาค้นคว้าพบว่ามะปรางมีสารสำคัญคือสารฟีนอลิกและแคโรทีนอยด์ปริมาณสูงซึ่งมีคุณสมบัติสามารถต้านออกซิเดชัน (lipid-peroxidation (Daodee, *et al*, 2014) อย่างไรก็ตามยังไม่พบความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่นำมะปรางมาผลิตในรูปแบบผลิตภัณฑ์อื่นนอกจากผลิตภัณฑ์แยม (Minh *et al*, 2014) ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้เป็นการเพิ่มความหลากหลายแก่ผู้บริโภค และพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูป ให้เก็บได้ในระยะเวลานานขึ้น สามารถรับประทานนอกฤดูกาลได้ คณะผู้วิจัยจึงสนใจนำมะปรางมาแปรรูปผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อ

สุขภาพแก่ผู้บริโภค โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อศึกษาผลและปริมาณของการใช้สารก่อเจล (เจลาติน และเพคติน) และชนิดของสารให้ความหวาน (ซูโครสซึ่งเป็นสารให้ความหวานจากธรรมชาติ และซูคราโลสซึ่งเป็นสารให้ความหวานเทียม) ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลงานวิจัยนี้คาดหวังว่าจะได้สูตรตำรับที่เหมาะสมในการเตรียมเยลลี่จากสารสกัดมะปรางและสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาการผลิตที่มีความหลากหลายยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ประกอบไปด้วย เอทานอล ร้อยละ 95 (95 % Ethanol) (กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง) สารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid solution) (Hach, USA) Beta-carotene reference standard (Sigma-Aldrich, USA) เจลาตินผง (Gelatin) (Cartino, Thailand) เพคตินผง (Pectin) (Union Science, Thailand) น้ำตาลทรายขาว (Mitr Phol, Thailand) สารให้แทนความหวาน ซูคราโลส (Siam Sorbitol, Thailand) กรดซิตริก (Citric acid) (Lab-Scan, Ireland) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) (Sigma-Aldrich,



USA) Folin-Ciocalteu Reagent (Sigma-Aldrich, USA)
 โพแทสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) (Union science, Thailand)

2. การเตรียมสารสกัด

ผลมะปรางสด ได้จาก อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลกโดยเก็บตัวอย่างนำมาล้างน้ำให้สะอาด แยกเปลือก - เมล็ดออก และปั่นให้ละเอียด จากนั้นทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดมะปรางทั้ง 3 ชนิดคือ น้ำ เอทานอล ร้อยละ 50 และเอทานอล ร้อยละ 95 จากปริมาณสารสำคัญในการทดสอบฟีนอลิกรวมและแคโรทีนอยด์รวม จากนั้นทำการสกัดมะปรางด้วยตัวทำละลายต่างๆในอัตราส่วนของเนื้อมะปราง: ตัวทำละลายเป็น 1: 5 ทั้งไว้ในที่มีดเป็นเวลา 5 วัน (Maisuthisakul, 2005) แล้วทำการแยกกาก มะปราง ด้วยผ้ากรองและกระดาษกรองเบอร์ 1 และแยกสารสกัดออกจากตัวทำละลาย ด้วย Rotary evaporator และนำสารสกัดเข้าในกระบวนการทำให้สารสกัดแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze-dried) สารสกัดมะปรางที่ได้ให้เก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์การทดสอบ ฟีนอลิกรวม และ แคโรทีนอยด์รวมและการเตรียมผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

นำสารสกัด 0.01 กรัม มาเจือจางด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายเจือจางดังกล่าว ปริมาตร 20 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันกับ 100 ไมโครลิตรของ Folin-Ciocalteu reagent ในไมโครเพลท ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำร้อยละ 7.5 (w/v) โซเดียมคาร์บอเนต ปริมาตร 80 ไมโครลิตร เขย่าให้กัน พักไว้ที่อุณหภูมิห้องและในที่มีดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกสารนำส่วนใสด้านบนไปตรวจวิเคราะห์ โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (UV-VIS Spectrophotometer, UV-Cecil 3000, UK) (Maisuthisakul, 2005) นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10-100 ppm

4. การหาปริมาณแคโรทีนอยด์

การหาปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในสารสกัดโดยละลายสารตัวอย่างมะปราง 0.04 กรัม ด้วยเอทานอล ร้อยละ

95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากการเตรียมสารละลายมาตรฐานของเบต้าแคโรทีนที่ความเข้มข้น 100, 80, 60, 40, 20, 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Chiving, 2013)

5. สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตเยลลี่

กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เยลลี่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ละลายสารก่อเจล ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ให้มีลักษณะสารละลายใส ส่วนที่ 2 ละลายสารให้ความหวาน และน้ำสะอาดผสมกันจนใส จากนั้นผสมรวมกันกับส่วนที่ 1 นำออกมาพักที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิลดลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส เติมน้ำเชื่อมและเติมสารสกัดมะปรางคนให้เข้ากันทันที จากนั้นหยอดลงในแม่พิมพ์เยลลี่ ตั้งผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วนำไปแช่เย็นรอประมาณ 5 นาทีและผลิตภัณฑ์เยลลี่ออกจากแม่พิมพ์จะได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้งหมด 12 สูตร ดังตารางแสดงที่ 1

6. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ประเมินค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ศึกษาด้วยเครื่อง pH meter (Mettler Toledo FiveEasy, Switzerland)

ตารางที่ 1 สูตรเยลลี่มะปราง ทั้ง 12 สูตร

ส่วนประกอบ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5	สูตร6	สูตร7	สูตร8	สูตร9	สูตร10	สูตร11	สูตร12
เพคติน	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.4
เจลาติน	10	10	12	12	14	14	10	10	10	10	10	10
น้ำตาล	30	-	30	-	30	-	20	-	20	-	20	-
ไซรัป	30	-	30	-	30	-	20	-	20	-	20	-
ซูคราโลส	-	60	-	60	-	60	-	40	-	40	-	40
สารสกัด	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
น้ำ	25	25	23	23	21	21	44	44	44	44	44	44
โพแทสเซียมซอร์เบต	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
กรดซิตริก 50%	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

7. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA-Xt Plus Texture Analyzer, UK) ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์โดยหาวัดลงตรงกึ่งกลางผิวหน้าด้านบนผลิตภัณฑ์มะปราง ซึ่งค่าที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ ค่าความแข็งแรง (Firmness), ค่าการบดเคี้ยว (Chewiness), ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness)
 - วิเคราะห์ปริมาณความชื้นอิสระในเยลลี่มะปราง ทำการศึกษาด้วยเครื่อง Water activity meter



8. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในแต่ละการศึกษา ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistics Package for the Social Sciences (SPSS) version 19.0

ผลการศึกษาวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดมะพร้าว

ตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดมะพร้าว คือ เอทานอล ร้อยละ 95 เนื่องจากให้ปริมาณสารสำคัญ ฟีนอลิก กรวม แครโทีนอยด์รวมและ (% Yield) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดมะพร้าวที่ใช้ตัวทำละลายเป็น เอทานอล ร้อยละ 50 และน้ำ ดังตารางแสดงที่ 2 ดังนั้นในการเตรียมผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดมะพร้าว จะใช้ตัวทำละลาย เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลาย

ตารางที่ 2 ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดมะพร้าวที่สกัดด้วย ตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ชนิดตัวทำ ละลาย	ฟีนอลิกรวม (mg/g) *	แครโทีนอยด์ (mg/g)*	(%Yield)
95%Ethanol	17.40±0.38	4.84±0.23	6.96
50%Ethanol	1.27±0.07	4.00±0.12	4.81
water	0.77±0.02	3.27±0.39	3.80

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean±SD)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในสารสกัดมะพร้าวที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ น้ำ เอทานอล ร้อยละ 50 และเอทานอล ร้อยละ 95 พบว่ามีระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

2. การเตรียมผลิตภัณฑ์เจลลี่และการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เจลลี่มะพร้าว สามารถเตรียมได้ทั้งหมด 12 สูตร ทั้งนี้ เพคตินไม่สามารถเตรียมเป็นเจลลี่ได้ ดังนั้นในการวิจัยจึงได้ผสมเจลาตินลงไปเพื่อให้สามารถเป็นเจลลี่ได้ จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์เจลลี่มะพร้าว (3 ซ้ำ) พบว่า สูตรที่ 5 (เจลาติน ร้อยละ 14 ใช้น้ำตาลซูโครส) มีความแข็งแรง (Firmness) ($p = 0.01$) ค่าการบดเคี้ยว

(Chewiness) ($p = 0.01$) และค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) ($p = 0.33$) สูงกว่าตำรับอื่นๆ ส่วนในสูตรที่ 1, 2 และ 4 (เจลาตินร้อยละ 10, 12 ตามลำดับ) พบว่ามีค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ($p = 0.99$) สูงกว่าตำรับอื่น แต่พบว่าสูตรที่ 1 (เจลาตินร้อยละ 10 ใช้น้ำตาลซูโครส) มีค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) ($p = 0.33$) ค่าความแข็งแรง (Firmness) ($p = 0.01$) และค่าการบดเคี้ยว (Chewiness) ($p = 0.01$) ในปริมาณต่ำสุดเมื่อเทียบกับตำรับอื่น ดังแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้การใช้เพคตินไม่สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เจลลี่ได้ ดังนั้นในการศึกษาจึงได้ใช้เจลาตินผสมกับเพคตินแต่ก็ไม่พบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางทางเคมี

วัดปริมาณกรด-ด่าง (pH meter) ของสูตรตำรับทั้ง 12 สูตรค่าที่ได้แสดงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุกรดหรือเบส ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เจลลี่มีค่า pH เท่ากับ 3.7, 3.6, 3.7, 3.7, 3.6, 3.7, 3.7, 3.6, 3.7, 3.7, 3.6, 3.7 , และ 3.6 ตามลำดับ โดยเฉลี่ยคือ 3.7

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ 12 สูตร

สูตรที่	Firmness*(g)	Cohesiveness*	Springness*	Chewiness*
1	104±0.30	0.95±0.006	1.00±0.01	100±1.87
2	169±5.51	0.96±0.012	1.00±0.01	165±4.24
3	284±17.35	0.98±0.010	0.99±0.01	276±20.0
4	259±11.72	0.98±0.011	1.00±0.01	246±9.04
5	348±4.36	0.99±0.018	0.99±0.01	339±3.47
6	185±2.65	0.97±0.012	0.99±0.01	178±2.00
7	179±14.80	0.96±0.014	0.99±0.01	169±11.07
8	180±5.57	0.96±0.010	0.99±0.01	169±6.96
9	187±4.16	0.96±0.013	0.99±0.01	179±5.67
10	158±3.21	0.97±0.014	0.99±0.01	152±4.88
11	177±8.96	0.97±0.015	0.99±0.01	170±10.27
12	224±2.08	0.98±0.017	0.99±0.01	219±2.70

* แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean±SD)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ 12 สูตรพบว่าการค่าความแข็งแรง (Firmness) ($p = 0.01$) ค่าการยึดเกาะผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness) ($p = 0.11$) และค่าการบดเคี้ยว (Chewiness) ($p = 0.01$) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ($p = 0.53$)

การวัดความชื้นอิสระ (A_w)

วัดค่าจากความชื้นของอากาศแวดล้อมในภาชนะปิด ที่สภาวะความชื้นสมดุลของอาหารและของอากาศแวดล้อม ทำการทดลองทั้ง 12 สูตรเจลลี่ (3 ซ้ำ) พบว่าสูตรที่ 2 (เจ



ลาตินร้อยละ 10 ใช้น้ำตาลซูโครส) และสูตรที่ 5 (เจลาติน ร้อยละ 14 ใช้น้ำตาลซูโครส) ที่ระดับสารก่อเจลแตกต่างกัน ให้ค่า (A_w) ต่ำสุดเท่ากับ 0.80 ขณะที่สูตรที่ 8 (เพคติน ร้อยละ 1 น้ำตาลซูโครส) และสูตรที่ 10 (เพคติน ร้อยละ 1.2 ใช้น้ำตาลซูโครส) ที่ระดับสารก่อเจลแตกต่างกัน ให้ค่า (A_w) สูงสุดเท่ากับ 0.94 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวัดความชื้นอิสระในผลิตภัณฑ์ (A_w) 12 สูตร

สูตรที่เยลลี่	ค่าเฉลี่ย (a_w) [*]
1	0.82
2	0.80
3	0.82
4	0.92
5	0.80
6	0.89
7	0.90
8	0.94
9	0.91
10	0.94
11	0.91
12	0.93

^{*} แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean)

การอภิปรายผล

ในการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการสกัดมะพร้าว ให้ได้ปริมาณสารสำคัญในปริมาณมากที่สุด จากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล ร้อยละ 50 เอทานอล ร้อยละ 95 พบว่า เอทานอล ร้อยละ 95 ให้ปริมาณสารสำคัญมะพร้าวในปริมาณมากที่สุด โดยจากปริมาณสารสกัดฟีนอลิกรวมและแคโรทีนอยด์รวม พบว่าปริมาณสารฟีนอลิกรวม 17.40 มิลลิกรัมต่อกรัมและปริมาณแคโรทีนอยด์รวม 4.84 มิลลิกรัมต่อกรัม เนื่องจากเอทานอลเป็นตัวทำละลายอินทรีย์แบบกึ่งมีขั้วและไม่มีขั้ว ในการสกัดฟีนอลิกรวมมีสูตรโครงสร้างทางเคมีแบบมีขั้ว ที่เป็นอนุพันธ์ของวงแหวนเบนซีนในหมู่ไฮดรอกซิล และในการสกัดแคโรทีนอยด์ เป็นอนุพันธ์ของไขมันจะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว อย่างไรก็ตาม การสกัดด้วยเอทานอลเป็นที่นิยมเพราะเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีความปลอดภัย (Pacheco-Hernández et al, 2009) จากการศึกษาของ Pukjinda (2012) ซึ่งได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เสริม

สุขภาพจากสารสกัดถั่วขาวในรูปแบบเยลลี่ โดยใช้สารสกัดในผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 2.0 ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้ค่าดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานเริ่มต้น และได้คำนึงถึงปริมาณฟีนอลิกและแคโรทีนอยด์รวมที่ควรจะได้รับต่อวันคือ 20-100 มิลลิกรัมต่อวัน จึงเริ่มต้นจากการใช้สารสกัดมะพร้าวร้อยละ 3.4 และในการวัดค่าคุณลักษณะเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะพร้าวพบว่าสูตรที่ 5 (เจลาติน ร้อยละ 14 ใช้น้ำตาลซูโครส) มีความแข็งแรงให้ค่าบดเคี้ยวและค่าการยืดเกาะผลิตภัณฑ์สูงกว่าทั้ง 12 สูตรเนื่องจากมีปริมาณความเข้มข้นของสารก่อเจล (เจลาติน) สูงคือร้อยละ 14 ในผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mepanya (2008) พบว่าความความหนืดและความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และอุณหภูมิลดลง ส่งผลให้ค่าการบดเคี้ยวสูงเช่นกัน ในขณะที่สูตรที่ 4 (เจลาติน ร้อยละ 12 ใช้น้ำตาลซูโครส) พบว่าค่าความยืดหยุ่นและการยึดติดกันภายในผลิตภัณฑ์มีค่าสูง ขณะที่การศึกษาของ Holm (2009) พบว่าปัจจัยของการเกิดเจลขึ้นอยู่กับโครงสร้างอนุภาคขนาดของน้ำตาลในองค์ประกอบอาหาร หากน้ำตาลมีอนุภาคเล็กจะสามารถกระจายตัวได้ในเจลจากสภาวะที่ไม่สามารถมองเห็นได้ จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดเจล ส่วนการก่อเจลของเพคตินในสูตรที่ 10 และ 11 ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเทียบกับเจลาตินจะมีค่าความแข็งตัวน้อย เจลที่ได้มีลักษณะเนื้อบางอ่อนขณะทดลองจึงได้มีการใช้เจลาตินช่วยเสริมการเกิดเจลในเพคติน สอดคล้องกับการศึกษาของ Laura (2001) ซึ่งจากการศึกษาโครงสร้างของเพคตินและเจลาตินในเยลลี่ พบว่าเนื้อเจลที่ได้จากเพคตินจะมีความแข็งแรงน้อย มีความเปราะบาง และส่งผลให้ค่าบดเคี้ยวและง่ายต่อการเคี้ยว จึงเพิ่มส่วนประสมเจลาตินเข้าไปในผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยเพิ่มการเกิดเจลของเพคติน

ผลการศึกษาการวัดปริมาณความชื้นอิสระ (A_w) การพัฒนาเยลลี่มะพร้าวจาก 12 สูตรพบว่า สูตรที่ 2 และสูตรที่ 5 มีค่าความชื้นอิสระ 0.80 เป็นปริมาณค่าความชื้นอิสระ ที่กำหนดในมาตรฐานปัจจัยและการควบคุมอายุอาหาร ซึ่งเมื่อเทียบกับสารก่อเจลชนิดเพคตินพบว่ามีค่าความชื้นอิสระสูงเท่ากับ 0.94 ในสูตรที่ 8 และ 10

สรุปผลการทดลอง



สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสารก่อเจลและสารให้ความหวานมะปรังในผลิตภัณฑ์เยลลี่ 12 สูตร พบว่าสูตรที่ 4 ใช้สารก่อเจลชนิดเจลาตินร้อยละ 12 ใช้น้ำตาลซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานเทียมให้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดโดยมีค่าความยืดหยุ่น ค่าการยืดเกาะผลิตภัณฑ์รวมถึงความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์มีความสอดคล้องกันรวมถึงการใช้สารให้ความหวานเทียมช่วยในการละลายตัวได้ดีและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค จากการศึกษามะปรังพบว่ามีสารสำคัญในปริมาณสูง โดยสารสำคัญนั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสารสกัดมะปรัง โดยการศึกษาสารก่อเจลและสารให้ความหวาน สามารถนำผลิตภัณฑ์จากมะปรังมาแปรรูปเผยแพร่สู่ชุมชนได้จริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้โครงการการศึกษาฤทธิ์ต่อภาวะความจำบกพร่องภาวะซึมเศร้าของผลมะปรัง และหมากเฒ่า และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

References

- Chaleansuk, F., *The cultivation and propagation Maprang sweet - gooseberry*. Bangkok: Publishers Petkaled ct, 1994.
- Holm, K., et al. Sweetness and texture perceptions in structured gelatin gels with embedded sugar rich domains. *Food Hydrocolloids* 23 (2009) 2388–2393.
- Laura, L., DeMar, Gregore, R., Ziegler. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confection. *Food Hydrocolloids* 15 (2001) 643–653.
- Maisuthisakul, P., Sutthajit, M., Pongsawatmanit, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry*; 100(2007): 409–418.
- Nguyen Phuoc Minh. Various factors affecting to the production of Maprang (Thanh Tra) jam. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development* 2014; 1(5): 127-131.

- Pacheco-Hernández MDL, et al. Chemical studies of Anthocyanins. *Food Chemistry* 2009; 113: 859–871.
- Rinlapass Pukjinda. Formulation of health food from white kidney bean extract in the form of jelly. Nakhonpathom: Mahidol university 2012.
- Supawadee Daodee, et al. Health product development from Bouea macrophylla Griffith and Antidesma velutinsum Blume: Their quality control and the study on memory deficit and depression. Khon Kaen: Khon Kaen University, 2014.
- Vararat Chiving. The study of natural extracts on hyaluronidase inhibition. Khon Kaen: Khon Kaen University, 2013.
- Mepanya Vilasinee. The complete study on the development of gummy jelly tamarind products. Phetchabun.: Rajabhat Phetchabun University, 2008.