รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาว ร่วมกับโพรพอลิสพร้อมศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์ และการต้านอนุมูลอิสระ

Development of jelly products from Andrographis paniculate and Finger Root in combination with propolis and study on antimicrobial and antioxidant efficacy

สุนีย์ แวมะ

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปี 2565

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสพร้อมศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และการต้านอนุมูลอิสระ
ชื่อผู้วิจัย	สุนีย์ แวมะ และอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน
คณะ/หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ	2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส นำผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ได้จากการพัฒนามาศึกษาลักษณะทางกายภาพเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด และเนื้อสัมผัส ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ได้พัฒนาขึ้นมาศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จากการศึกษาได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร ที่มีปริมาณของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชายขาว โพรพอลิส และเจลาตินในปริมาณที่แตกต่างกัน นำมาทดสอบลักษณะทางกายภาพเคมี พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.25±0.05 - 5.63±0.07 ค่าสีสว่าง (L*) มีค่าความสว่างมากอยู่ในช่วง 28.54±0.08 – 23.92±0.09 โดยสูตรที่ 7 จะให้สีสว่างมากที่สุด สีเหลืองจะอยู่ในช่วง 8.69±0.39 – 3.95±0.23 และสีแดงมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 1.92±0.11 – 1.24±0.09 ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 10 สูตร ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) มีค่ามากในสูตรที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 เท่ากับ 129.10±35.58, 132.16±8.57, 91.38±10.39, 114.05±18.63 และ 105.29±7.53 ตามลำดับ ส่งผลให้แรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหารและค่าความยืดหยุ่นลดลง สำหรับประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรค พบว่า ผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus* spp. ได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ

ด้วย DPPH พบว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตรจะสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ สำหรับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่ พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกรวมใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 8 มากที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.40±1.69 ผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 1 มีความชอบโดยรวมน้อยที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 2.70±1.89

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์เจลลี่ ฟ้าทะลายโจร กระชายขาว ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Research Title	Development of jelly products from Andrographis paniculate and Finger Root in combination with propolis and study on antimicrobial and antioxidant efficacy
Researchers	Sunee Waema and Aeesoh Benhawan
Faculty/Section	Faculty of Sciences Technology and Argriculture
University	Yala Rajabhat University
Year	2022

ABSTRACT

The objective of this research was to develop jelly products from andrographis paniculate and finger root in combination with propolis. The developed jelly product was used to study the physicochemical characteristics such as pH, color, water activity, total solids and texture. The antimicrobial efficacy and antioxidant efficacy were studied by DPPH method and the total phenolic content was determined and study the sensory acceptance of consumers. 10 formulas of jelly products were developed with different amounts of andrographis paniculate, finger root and gelatin. The physicochemical characteristics were found that the pH in the range of 5.25±0.05 - 5.63±0.07, color values (L*) have high brightness in the range of 28.54±0.08 – 23.92±0.09, formula 7 being the brightest colors, yellow is in the range of 8.69±0.39 – 3.95±0.23 and the least red is in the range of 1.92±0.11 – 1.24±0.09. Water activity (A_w) and total dissolved solids were approximately the same. The texture of the jelly products was found that the hardness was very high in the formulas 2, 4, 6, 8 and 10, equal to 129.10±35.58, 132.16±8.57, 91.38±10.39, 114.05±18.63 and 105.29±. 7.53, respectively, resulting in the force used in chewing food and decreased flexibility. The jelly products ability to inhibit *Staphylococcus*

aureus and *Bacillus* spp. compared to the control. but was unable to inhibit *Escherichia coli*. The antioxidant efficacy of DPPH were able to provide antioxidant of DPPH, for the total phenolic content of the jelly products found that the total phenolic content was similar. When used for sensory testing, it was found that the test subject had the overall liking for the formula 8 jelly the most, with a liking score of 6.40±1.69. The jelly formula 1 had the least overall liking. had a liking score of 2.70±1.89.

Keywords : Jelly product, Andrographis paniculate, Finger Root, Antioxidant

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่อุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา 2565 ทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยสะดวกลุล่วงและสำเร็จไปด้วยดี และขอบคุณเจ้าหน้าที่ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนการทำวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 เจลลี่ (Jelly)	5
2.2 สมุนไพรไทยกับการยับยั้งโควิด 19	8
2.3 การต้านอนุมูลอิสระ	16
2.4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมีกายภาพ	19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์	25
3.2 สารเคมี	26
3.3 การเตรียมเจลลี่	26
3.4 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจลลี่ทางเคมีกายภาพ	28
3.5 ศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Disc diffusion test	28
3.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ	29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.7 ศึกษาระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรต่างๆ	30
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัยและอภิปรายผล	31
4.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพลิส	31
4.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของเจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	33
4.3 ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เจลลี่	35
4.4 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่	38
4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	40
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุป	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	48
ประวัตินักวิจัย	50

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	27
4.1	สูตรผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	32
4.2	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร	34
4.3	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร	34
4.3	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร (ต่อ)	35
4.4	ขนาดวงใสของการยับยั้งเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *B*acillus spp. เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เอทานอล 95%)	36
4.5	ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร	39
4.6	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	40
4.6	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส (ต่อ)	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตกัม เจลลี่และพาสติลล	7
2.2	ฟ้าทะลายโจร	9
2.3	สูตรโครงสร้างของสาระสำคัญที่พบในสมุนไพรฟ้าทะลายโจร	10
2.4	กระชายขาว	11
2.5	โพรพอลิส	13
4.1	ฟ้าทะลายโจรแห้ง (a) และกระชายขาวแห้ง (b)	31
4.2	ผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส	32
4.3	การยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* (A), *Staphylococcus aureus* (B) และ *Bacillus* spp. (C) ด้วยผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร	37
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 760 นาโนเมตร	39

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ผลิตภัณฑ์เจลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากมีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มและมีความยืดหยุ่น สารอาหารหลักของเจลลี่ คือ สารประเภทคาร์โบไฮเดรต จึงทำให้เจลลี่มีคุณค่าด้านพลังงาน เจลลี่ประกอบด้วยสารที่ทำให้เกิดเจลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และเพกติน มีน้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้เกิดเจลและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ อาหารรูปแบบเจลลี่เป็นนวัตกรรมอาหารรูปแบบใหม่ที่นิยมที่สุดในตอนนี้ เนื่องจากมีการผลิตอาหารประเภทเจลลี่ที่มีการเสริมวิตามิน สารสกัดหรือสารอาหารอื่นๆ เพิ่ม ทำให้ผู้บริโภคที่เกิดความเบื่อหน่ายในอาหารเสริมรูปแบบเดิม ๆ มองหาผลิตภัณฑ์แบบใหม่ๆ ดังนั้นเจลลี่จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดี เนื่องจากรับประทานง่าย มีรสสัมผัสที่นุ่มละมุน และมีกลิ่นหอมน่าทาน สามารถแต่งกลิ่น รสชาติ และสีสันได้ตามต้องการ

ในปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19 (COVID-19) ได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนทั่วโลก ผู้คนไม่สามารถดำเนินวิถีชีวิตแบบปกติ แต่ต้องดำเนินชีวิตตามมาตรการของหน่วยงานสาธารณสุข มีการสวมหน้ากากอนามัย มีการป้องกันการติดเชื้อในรูปแบบต่างๆ ซึ่งมาตรการการป้องกันที่ได้ผลที่สุดคือการไม่พบปะผู้คน ซึ่งเป็นการลดโอกาสการติดเชื้อที่ดีที่สุด แต่เป็นหนทางที่ปฏิบัติได้ยากที่สุดเช่นกัน เนื่องจากหลายคนต้องทำงานหาเลี้ยงชีพ ต้องมีการพบปะปฏิสัมพันธ์ การใช้สื่อออนไลน์เป็นช่องทางการสื่อสารทดแทนการปฏิสัมพันธ์เดิม ก็ได้เพียงเป็นครั้งคราวและบางกรณีเท่านั้น ดังนั้นวิธีการที่จะทำให้เราใช้ชีวิตอยู่ได้ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 คือการสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สามารถรับมือกับเชื้อไวรัสได้ ซึ่งพบว่าวัคซีนเป็นวิธีการสร้างภูมิคุ้มกันที่น่าสนใจ แต่ปัจจุบันยังมีผู้ที่ไม่ยอมรับการฉีดวัคซีนอีกเป็นจำนวนมากเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2564 นพ.ธงชัย กีรติหัตถยากร (2564) รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข รายงานว่า ผู้ติดเชื้อส่วนใหญ่ร้อยละ 85 เป็นผู้ป่วยกลุ่มกลุ่มสีเขียว จะมีอาการเล็กน้อยหรือไม่มีอาการเลย ไม่จำเป็นต้องอยู่โรงพยาบาล ร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกัน ทำลายเชื้อโรคได้ดี ทำให้ผู้คนหันมาให้ความสำคัญในการดูแลให้มีสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง มีเกราะป้องกันและภูมิคุ้มกันมากขึ้น สำหรับเตรียมพร้อมกับการต่อสู้กับเชื้อที่จะติดต่อเข้าสู่

ร่างกาย ซึ่งแนวโน้มการบริโภคอาหาร เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยเป็นแหล่งสมุนไพรที่หลากหลายและน่าสนใจมากมาย โดยสมุนไพรไทยที่นิยมและเชื่อกันว่าสามารถต้านโควิด 19 เช่น ฟ้าทะลายโจร กระชายขาว ขิง มะขามป้อม ตะไคร้ และกระเพรา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายการว่าโพรพอลิสซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากผึ้งสามารถมีฤทธิ์ในการต้านโควิด 19 ได้ ดังรายงานของ Berretta. A, A. และคณะ (2020)

ฟ้าทะลายโจร (Andrographis paniculata (Burm.f.) Nees) อยู่ในวงศ์ Acanthaceae เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตรงกิ่งก้านเป็นสันสี่เหลี่ยม ใบเลี้ยงเดี่ยว เรียงตรงข้าม เนื้อใบสีเขียวเข้ม เป็นมัน มีสาระสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางยาสมุนไพรอยู่ 3 สารด้วยกัน โดยเป็นสารในกลุ่ม Lactone คือ สารแอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) สารนีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (Neoandrographolide) และสาร 14-ดีอ๊อกซี่แอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxy- Andrographolide) โดยส่วนที่นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรได้แก่ ใบสด ใบแห้ง และทั้งต้น โดยใบจะเก็บมาใช้ได้เมื่อต้นมีอายุได้ราว 3-5 เดือน พบว่าฟ้าทะลายโจรรักษาโรคได้หลายโรค อาทิ แก้ติดเชื้อทำให้ปวดท้อง ท้องเสียบิด และแก้กระเพาะอักเสบ ลำไส้อักเสบ แก้อาการไอ เจ็บคอ หรือคออักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ แก้ไข้ทั่วไป (ดารารัตน์ รัตนรักษ์ และคณะ 2564)

กระชายขาว (Boesenbergia rotunda (Linn.) Mansf.) อยู่ในวงศ์ขิง (ZINGIBERACEAE) เป็นพืชไม้ล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า มีรากติดเป็นกระจุก เป็นที่สะสมอาหาร อวบน้ำ รูปทรงกระบอก ปลายเรียวแหลม ผิวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมเฉพาะ สารสำคัญในกระชายขาว ได้แก่ สารแพนดูราทินเอ (Panduratin A) และพิโนสโตรบิน (Pinostrobin) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัสโควิด–19 ได้ในหลอดทดลอง (Phongthon Kanjanasirirat et al., 2020) อีกทั้งมีสรรพคุณรักษาอาการผิดปกติมากมาย เช่น ช่วยต้านอาการหวัด แก้วิงเวียนศีรษะ และลดไขมันในเลือดได้ ช่วยต้านอนุมูลอิสระ กระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ช่วยเพิ่มสมรรถนะทางเพศชาย ลดอาการเหงือกอักเสบ หรือมีแผลในช่องปาก โดยใช้กระชายขาวทุบให้ละเอียดและต้มให้เดือด และใช้บ้วนปาก นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการต่อต้านเจริญเติบโตของแบคทีเรียในสำไส้ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคกระเพาะอาหาร และช่วยลดการอักเสบของกระเพาะอาหารได้อีกด้วย (Aziiz M. Rosdianto et al., 2020) กระชายขาวมีฤทธิ์ทางยามากมาย การนำมาบริโภคจะช่วยให้ได้รับสารสำคัญต่างๆ ซึ่งเครื่องดื่มกระชายขาวที่นิยมบริโภคแบบสดนั้นมีข้อจำกัดเรื่องอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นการนำมาผลิตเป็นชาสมุนไพรเพื่อเป็นทางเลือกที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการบริโภคในยุคของการระบาดของเชื้อไวรัส

โพรพอลิส (Propolis) เป็นสารธรรมชาติอันทรงคุณค่าจากรังผึ้งรู้จักมานานหลายศตวรรษ จนได้รับการยกย่องว่าเป็นแหล่งธรรมชาติบำบัดสำหรับการรักษาโรคต่างๆ มาตั้งแต่ยุคโบราณ โดยถูกนำมาใช้สำหรับทำมัมมี่เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายเน่าเปื่อย และมักใช้โพรพอลิส เป็นยาดอง ยาระงับประสาทและยารักษาบาดแผล ต่อมามีการค้นพบการใช้โพรพอลิสในเครื่องสำอางและบำรุงผิวกาย โพรพอลิสเป็นสารธรรมชาติที่ได้จากผิวของรังผึ้ง มีลักษณะเป็นยางเหนียวข้น สีน้ำตาลเข้ม โดยเกิดจากการที่ผึ้งเก็บรวบรวมมาจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เรซินจากเปลือกไม้ กลีบอ่อนใบไม้ ผสมเข้ากับเอนไซม์ในน้ำลายผึ้ง โดยผึ้งใช้สารโพรพอลิสในการเคลือบผิวรังไม่ให้แตกร้าว อุดรอยรั่วของรัง ฆ่าเชื้อและป้องกันการระบาดของเชื้อโรคภายในรัง มีการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับโพรพอลิส ในการรักษาผู้ป่วยโควิด มีการทดลองใช้ “โพรพอลิส” ร่วมกับยาปกติในวอร์ดรักษาผู้ป่วยโควิด-19 ที่โรงพยาบาล SAO RAFAEL SA ประเทศบราซิล โดยใช้โพรพอลิสแบบกินร่วมกับการรักษาตามปกติกับผู้ป่วยโควิด-19 จำนวน 124 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กินโพรพอลิส 400 มิลลิกรัมต่อวัน กลุ่มที่ 2 กินโพรพอลิส 800 มิลลิกรัมต่อวัน แล้วก็กลุ่มที่ 3 รักษาตามปกติ โดยผู้ป่วยที่กินโพรพอลิสทั้ง 2 กลุ่มจะมีจำนวนวันที่รักษาในโรงพยาบาลน้อยกว่า คือ เพียง 6-7 วัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้กินใช้เวลารักษา 12 วัน โดยผู้ป่วยโควิดที่เข้ารับการรักษาพบว่าผู้ป่วยโควิดรักษาหายเร็วขึ้นกว่าเท่าตัว และลดการเกิดไตวายเฉียบพลันได้ถึง 80% (Silveira.M.A.D et.al, 2021)

ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มความหลากหลายของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและกระชายขาว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสที่มีสูตรส่วนประกอบที่เป็นที่ยอมรับ และถูกใจผู้บริโภค อีกทั้งยังมีการศึกษาการต้านเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติทางเคมีกายภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการปลูกเป็นพืชทดแทนพืชเศรษฐกิจที่ราคาตกต่ำ ส่งเสริมผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสให้เกิดการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของเจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เจลลี่

1.2.4 เพื่อหาสูตรอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์และทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้มีระยะเวลาดำเนินการเป็นเวลา 9 เดือน โดยการเตรียมตัวอย่างสมุนไพร ได้แก่ ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรโพลิส จัดทำผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่มีสารสกัดของสมุนไพรตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ และนำไปศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ ศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการ DPPH และศึกษาระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรต่างๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส และได้สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

1.4.2 ได้ข้อมูลสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสตรงตามข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.4.3 ทราบประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

1.4.4 การขอจดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และเผยแพร่บทความวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เจลลี่ (Jelly)

เจลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวานและทำให้มีความเหนียวพอเหมาะมีลักษณะเป็นเจลโปร่งแสง (สำนักงานมาตราฐานอุตสาหกรรม, 2521) เจลลี่ที่ดี ต้องมีลักษณะใสและอ่อนนุ่มแต่ไม่เหนียวจนหนืดและไม่เหลว ต้องแข็งพอที่จะคงรูปเดิมเมื่อตัด ด้วยมีดก็เป็นเหลี่ยมตามรอยมีดมีความหยุ่นตัว ผลไม้ไทยมีกลิ่นรสและสีต่างๆสามารถทำเป็นเจลลี่ ได้เช่น สับปะรด กระเจี๊ยบ มะนาว ส้ม และมะม่วง (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, 2531)

2.1.1 ประเภทของเจลลี่

ผลิตภัณฑ์เจลลี่สำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบดังนี้ (สุวรรณา, 2543)

2.1.1.1 เจลลี่ที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (dessert jelly)

เป็นเจลลี่ที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม มีน้ำมาก ใช้ช้อนตักนับประทานหรือใช้หลอดดูดได้ มักรับประทานแบบแช่เย็น เป็นของหวาน อาหารว่าง หรือหลังมื้ออาหาร อาจรับประทานกับไอศกรีม ส่วนใหญ่ใช้คาราจีแนนทำให้เกิดเจล มีการเติมน้ำตาลกรดซิตริก สารแต่งสี และสารปรุงแต่งกลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่พบ ในท้องตลาดได้แก่ เจลลี่ตราปีโป้ อิมพีเรียลและเจเล่

2.1.1.2 เจลลี่ที่รับประทานเป็นขนมหวาน (confectionery jelly)

เจลลี่ชนิดนี้มีรสหวานเพียงอย่างเดียวใช้เจลาติน (gelatin) เป็นสารทำให้เกิดเจลและมีการเติมน้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) ลงไปด้วย ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ฑที่พบใน ทองตลาดได้แก เจลลี่ตราจอลลี่แบรและโยโยหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากอะการ (agar) พบในรูป ของวุ้นซึ่งเป็นขนมไทยแบบต่างๆ เชน วุ้นไขวุ้นกะทิ เป็นตน สวนประกอบที่สำคัญของเจลลี่ผลไม้ ประกอบด้วยน้ำตาล น้ำผลไม้ และสารที่ ทำใหเกิดเจลดังนั้นเจลลี่จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณคาทางโภชนาการในดานพลังงานเป็นส่วนใหญ่ โดยใน สวนที่รับประทานได้ 100 กรัม ใหสารอาหารหลักคือ พลังงาน 273 กิโลแคลอรี่

มีปริมาณ เกลือแรและวิตามินเล็กน้อยแต่ถ่าเป็นวุ้น อาจมีคุณค่าแตกต่างกันไปตามลักษณะของสวนผสม เชน วุ้นกะทิมีคุณค่าด้านไขมันเพิ่มขึ้น หรือวุ้นสังขยา มีคุณคาด้านโปรตีนเพิ่มขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

2.1.2 ส่วนประกอบของเจลลี่

2.1.2.1 สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) สารที่ทำให้เกิดเจล การผลิตเจลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรม มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กัม ซึ่งทำหน้าที่ทำให้เกิดเจล ชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และเพกติน

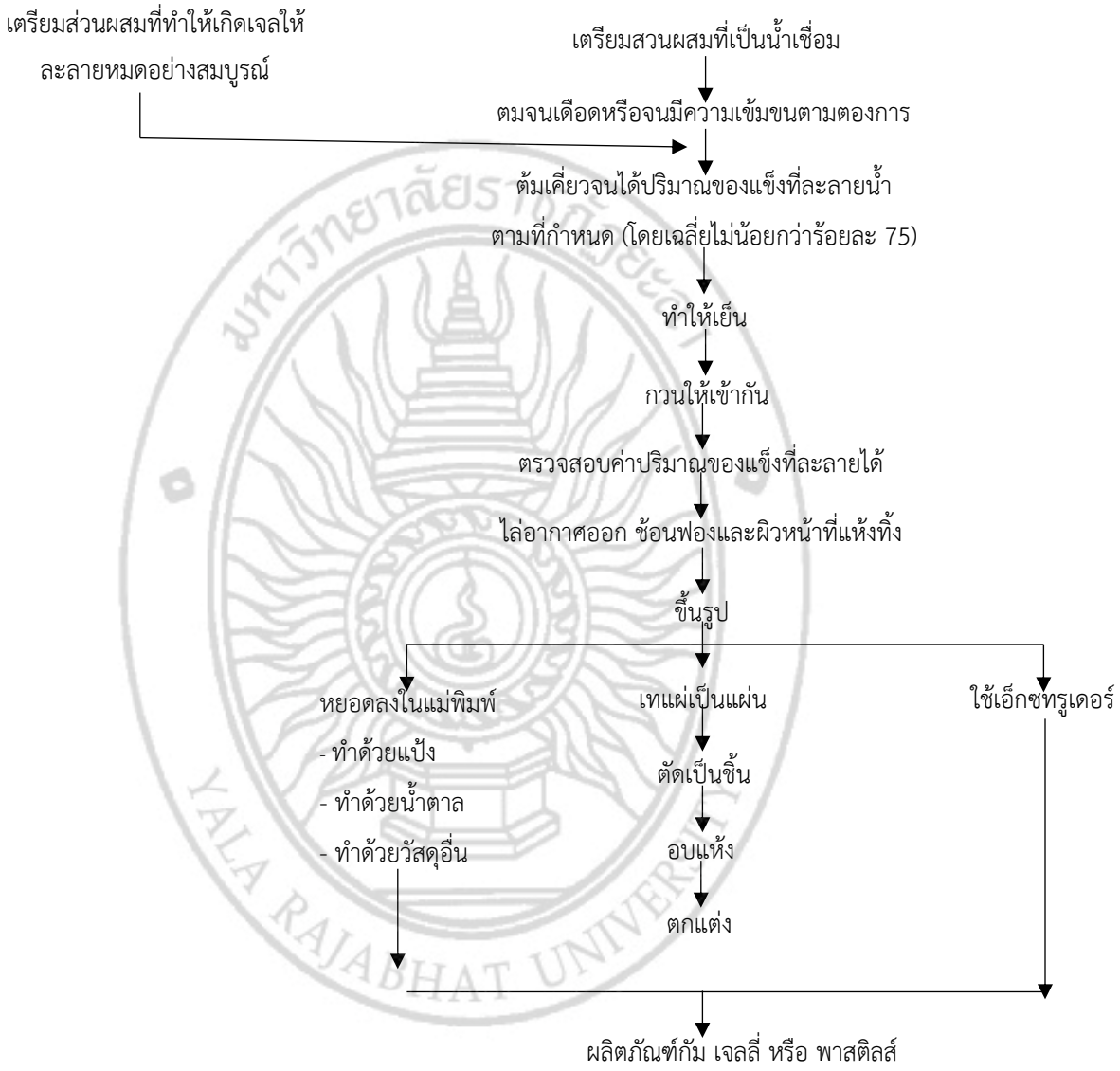
2.1.2.2 สารให้ความหวาน (sweetener) เจลลี่ส่วนใหญ่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารที่ให้ความหวาน ช่วยให้เพกทินเกิดโครงสร้างเป็นเจลปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพกทิน และความเป็นกรดด่างของเนื้อหรือน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าปริมาณเพกทินมากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย ถ้าผลไม้มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ต่ำ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ไม่ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดย refractometer) นอกจากน้ำตาลซูโครส สารให้ความหวานอื่นที่อนุญาตให้ใช้ในเจลลี่ ตาม มอก. 236-2521 มีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซ์โทรส (dextrose) ฟรักโทสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และดรายกลูโคสไซรัป (dried glucose syrup)

2.1.2.3 สารควบคุมความเป็นกรดและควบคุมความเป็นกรดด่าง (acidifying และ pH regulating agents) มีความสำคัญต่อรสของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น ถ้ามีกรดมากเกินไปจะทำลายความคงตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่อยู่ ระหว่าง pH 2.8-3.5 ส่วน ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 ในการปรับความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่ ตาม มอก.263-2521 ได้กำหนดสารที่ใช้เพิ่มและควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) กรดแล็กทิก (lactic acid) กรดฟูมาลิก (fumalic acid) และเกลือโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียมของกรดเหล่านี้ โซเดียมและโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต

2.1.2.4 สี กลิ่นรส หรือน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะน่ารับประทานมากขึ้น น้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเยลลี่ต้องเป็นน้ำผลไม้แท้ หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ผ่านการกรองเพื่อให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ และอาจทำให้ข้นโดยการระเหยน้ำออก และน้ำผลไม้หรือ น้ำสกัดจากผลไม้ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2521)

2.1.3 กรรมวิธีการผลิตเจลลี่

ขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเจลลี่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตกัม เจลลี่และพาสติลส์

ที่มา : สุวรรณา สุภิมารส (2543)

2.2 สมุนไพรไทยกับการยับยั้งโควิด 19

สมุนไพรที่ได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทย ที่มีสรรพคุณในการบำรุงสุขภาพ ช่วยย่อยอาหาร ช่วยขับลม ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมของเซลล์ในร่างกาย หรือการบำบัดจิตใจให้ผ่อนคลายจากความเครียด ผนวกกับประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพและมีพืชสมุนไพรต่างๆ มากมาย มีองค์ประกอบที่น่าสนใจและเป็นสารสำคัญที่ได้รับการศึกษาในด้านการต้านอนุมูลอิสระ การบรรเทาและรักษาอาการไม่พึงประสงค์ต่างๆ โดยเฉพาะอาการของการเชื้อทางเดินหายใจ และปัจจุบันเชื้อก่อโรคทางเดินหายใจ เกิดการกลายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากมาย เป็นที่ทราบกันดีจากสื่อต่างๆ ว่าการแพทย์แผนไทยเป็นทางเลือกหนึ่งของคนที่ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่ไม่สามารถเข้าถึงการรักษาการแพทย์แผนปัจจุบัน ใช้ในการรักษาและบรรเทาอาการระหว่างติดเชื้อ โดยสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับส่วนใหญ่เป็นผักครัวเรือนที่หาซื้อได้ไม่ยาก โดยเฉพาะสมุนไพรจำพวกฟ้าทะลายโจร พวกมีเหง้า เช่น ขิง ข่า ตะไคร้ และกระชาย เป็นต้น โดย ดร. ศุภฤกษ์ บวรภิญโญ (2020) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านการค้นหาตัวยา กล่าวว่า ทีมวิจัยค้นพบว่ามีสารสกัดจากกระชายขาวที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19 ได้ถึง 100% โดยสารสำคัญทั้ง 2 ตัวที่อยู่ในกระชายขาว คือ Pandulatin A และ Pinostrobin สารทั้งสองตัวนี้ในกระชายขาว สามารถทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัสต้นเหตุของโควิด-19 ได้ โดยสารทั้งสองตัวนี้สามารถลดจำนวนเซลล์ที่ติดเชื้อจาก 100% ได้ถึง 0% เลยทีเดียว นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งเซลล์ในการผลิตไวรัสได้ถึง 100% อีกด้วย

ฟ้าทะลายโจรจัดเป็นสมุนไพรท้องถิ่นในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น อินเดีย จีน ศรีลังกา และไทย ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศทั่วทวีปเอเชีย โดยนิยมนำส่วนของใบและลำต้นใต้ดิน มาทำเป็นยารักษาโรค โดยเฉพาะโรคไข้หวัดใหญ่ ในประเทศไทยได้บรรจุฟ้าทะลายโจรอยู่ในบัญชียาหลัก แห่งชาติ (บัญชียาจากสมุนไพร) ของกระทรวงสาธารณสุข ในหมวดหมู่ยารักษากลุ่มอาการของระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ ฟ้าทะลายโจรเป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับเป็นสมุนไพรไทยมานาน ปัจจุบันมีการนำฟ้าทะลายโจรมาทำเป็นยาลูกกลอน หรือใส่แคปซูลเพื่อความสะดวกในการกิน มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยถึงสรรพคุณยา และได้พบสารเคมีในส่วนต่างๆ ของพืชอยู่หลายชนิด รวมทั้งสาร Andrographolide ที่เป็นตัวยาสำคัญที่มีอยู่ในทุกส่วนคือ ราก ต้น ใบ และได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อจำแนกโรคที่รักษาได้ดีให้ชัดเจน ซึ่งพบว่าฟ้าทะลายโจรรักษาโรคได้หลายโรค

อาทิแก้ติดเชื้อทำให้ปวดท้อง ท้องเสีย บิด และแก้กระเพาะอักเสบ ลำไส้อักเสบ แก้อาการไอ เจ็บคอ หรือคออักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ หลอดลม อักเสบ แก้ไข้ทั่วไป เป็นยาขมเจริญอาหาร เป็นต้น

2.2.1 ฟ้าทะลายโจร

ภาพที่ 2.2 ฟ้าทะลายโจร

ที่มา : (https://mgronline.com/travel/detail/9640000071516)

ฟ้าทะลายโจรจัดเป็นสมุนไพรท้องถิ่นในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น อินเดีย จีน ศรีลังกา และไทย ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศทั่วทวีปเอเชีย โดยนิยมนำส่วนของใบและลำต้นใต้ดินมาทำเป็นยารักษาโรค โดยเฉพาะโรคไข้หวัดใหญ่ ในประเทศไทยได้บรรจุฟ้าทะลายโจรอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ (บัญชียาจากสมุนไพร) ของกระทรวงสาธารณสุข ในหมวดหมู่ยารักษากลุ่มอาการของระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจฟ้าทะลายโจร เป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับเป็นสมุนไพรไทยมานานปัจจุบันมีการนำฟ้าทะลายโจรมาทำเป็นยาลูกกลอน หรือ ใส่แคปซูลเพื่อความสะดวกในการกิน มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยถึงสรรพคุณยา และได้พบสารเคมีในส่วนต่างๆ ของพืชอยู่หลายชนิด รวมทั้งสารAndrographolide ที่เป็นตัวยาสำคัญที่มีอยู่ในทุกส่วนคือ ราก ต้น ใบ และได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อจำแนกโรคที่รักษาได้ดีให้ชัดเจน ซึ่งพบว่าฟ้าทะลายโจรรักษาโรคได้หลายโรค อาทิแก้ติดเชื้อทำให้ปวดท้อง ท้องเสียบิด และแก้กระเพาะอักเสบ ลำไส้อักเสบ แก้อาการไอ เจ็บคอ หรือคออักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ หลอดลมอักเสบ แก้ไข้ทั่วไป เป็นยาขมเจริญอาหาร เป็นต้น

2.2.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Andrographis paniculata (Burm.f.) Wall ex Nees.)

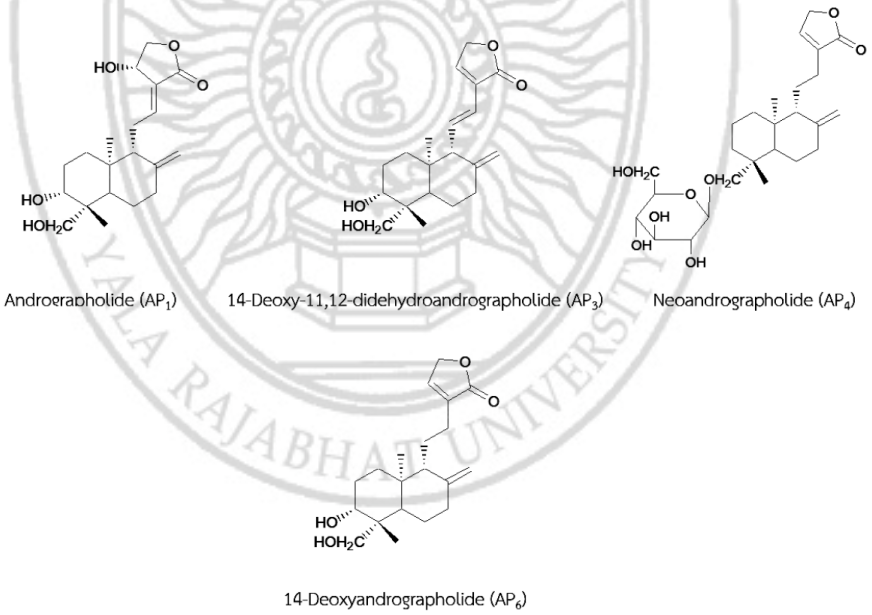
ชื่ออื่น : ฟ้าทะลาย หญ้ากันงู ซีปังกี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชล้มลุกตระกูลเดียวกับต้นกระเพรา สามารถปลูกได้ดีในภูมิภาคที่มีอากาศร้อน หรือร้อนชื้น สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาลและขึ้นได้ในดินทุกชนิด

แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยและระบายน้ำได้ดี ลำต้นมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม มีความสูงประมาณ 30 – 100 เซนติเมตร หรือประมาณ 1-2 ศอก ใบเป็นใบเดี่ยวรูปร่างเรียวยาวสีเขียวเข้มเป็นมัน ปลายแหลม กว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกช่อออกที่ปลายกิ่งและซอกใบ มีดอกย่อยขนาดเล็กสีขาว ด้านในสีม่วง โคนกลีบติดกัน กลีบดอกด้านบนมี 3 หยักด้านล่างมี 2 หยัก ผลเป็นฝักเมื่อผลแก่จะมีสีน้ำตาล ภายในมีเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนจำนวนมาก รสขม รับประทานแก้ไข้ แก้หวัด แก้ต่อมทอนซิลอักเสบ แก้บิด แก้ท้องร่วง แก้ปอดอักเสบ ขับเสมหะ รักษาโรคผิวหนัง ช่วยเจริญอาหาร

2.2.1.2 สารสำคัญ

สมุนไพรฟ้าทะลายโจร มีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางยาสมุนไพรอยู่ 3 สารด้วยกัน โดยเป็นสารในกลุ่มLactone ซึ่งก็คือ สารแอดโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide), สารนีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (Neo-Andrographolide), และสาร 14-ดีอ๊อกซี่แอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxy-andrographolide) เป็นต้น โดยส่วนที่นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรได้แก่ ใบสด ใบแห้ง และทั้งต้น โดยใบจะเก็บมาใช้ได้เมื่อต้นมีอายุได้ราว 3-5 เดือนซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 1



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของสาระสำคัญที่พบในสมุนไพรฟ้าทะลายโจร

ที่มา : ธนโชติ ธรรมชาติ

ทุกส่วนของต้นฟ้าทะลายโจรรสชาติขมมาก ส่วนที่ใช้ทำเป็นยา คือ ส่วนเหนือดิน (ใบ ดอก ลำต้น) ส่วนเหนือดิน ประกอบด้วยสารสำคัญประเภทแลคโตนที่มีฤทธิ์ลดไข้ (antipyretic) และฤทธิ์ต้านอักเสบ (anti-inflammation) หลายชนิดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ดังนี้ แอนโดรกาโฟไลด์ (andrographolide) นีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (neoandrographolide) ดิออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (dioxy andrographolide) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง และดิออกซีไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxy-didehydrographolide) (ทวีพล และคณะ, 2542)

2.2.2 กระชายขาว

ภาพที่ 2.4 กระชายขาว

ที่มา : (https://www.thairath.co.th/lifestyle/health-and-beauty/2157156)

กระชาย (Boesenbergia rotunda (L.)) Mansf. มีชื่อพ้อง Boesenbergia pandurata (Roxb.) Schltr. (Boesenbergia pandurata Roxb.) เป็นสมุนไพรและเครื่องเทศชนิด พืชผักที่มีอยู่ในสูตรอาหารของคนไทยเกือบทุกประเภท อยู่ใน วงศ์ Zingiberaceae มีชื่อเรียกหลากหลาย เช่น ขิงแดง ขิงทราย ขิงกระชาย หัวละแอน เป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเหง้า เจริญเติบโตได้ดีในดินที่ร่วนซุย ระบายน้ำดี ไม่เหมาะกับพื้นที่ดินเหนียว และดินลูกรัง การบริโภคใช้ส่วนที่เป็นรากเหง้า หรือ หัวที่อยู่ในดิน มีสรรพคุณทางยาเนื่องจากสามารถบำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง แก้ใจสั่นหวิว ขับปัสสาวะ และอื่น ๆ

2.2.2.1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Boesenbergia rotunda (Linn.) Mansf.

ชื่ออื่น : ขิงแดง, ขิงจีน, ว่านพระอาทิตย์ (กรุงเทพมหานคร), กระชายดำ กะแอน ขิงทราย (มหาสารคาม), จี๊ปู ซีฟู เปาซอเร๊าะ เป๊าสี่ เป๊าะสี่ ระแอน เป๊าะซอเร้าะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), ละแอน (ภาคเหนือ), ขิงจีน เป็นต้น

วงศ์ : ZINGIBERACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ไม้ล้มลุก มีเหง้าสั้น แตกหน่อได้ รากอวบ รูปทรงกระบอกหรือรูปไข่ค่อนข้างยาว ปลายเรียว กว้าง 1-2 ซม. ยาว 4-10 ซม. ออกเป็นกระจุก ผิวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในสีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัว ส่วนที่อยู่เหนือดินเป็นใบ มี 2-7 ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปรี กว้าง 5-12 ซม. ยาว 12-50 ซม. ปลายเรียวแหลม โคนมนหรือแหลม ขอบเรียบ เส้นกลางใบ ก้านใบ และกาบใบด้านบนเป็นร่อง ด้านล่างนูนเป็นสัน ก้านใบเรียบ ยาว 7-25 ซม. กาบใบสีชมพู ยาว 7-25 ซม. ระหว่างก้านใบและกาบใบมีลิ้นใบ ช่อดอกแบบช่อเชิงลด ออกที่ยอดระหว่างกาบใบคู่ในสุด ยาวประมาณ 5 ซม. แต่ละดอกมีใบประดับ 2 ใบ สีขาวหรือขาวอมชมพูอ่อน รูปใบหอก กว้างประมาณ 8 มม. ยาว 3.5-4.5 ซม. กลีบเลี้ยงสีขาวหรือขาวอมชมพูอ่อน โคนติดกันเป็นหลอด ยาวประมาณ 1.7 ซม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอกสีขาวหรือขาวอมชมพูอ่อน โคนติดกันเป็นหลอด ยาวประมาณ 6 ซม. ปลายแยกเป็น 3 กลีบ รูปใบหอก ขนาดไม่เท่ากัน กลีบใหญ่ 1 กลีบ กว้างประมาณ 7 มม. ยาวประมาณ 1.8 ซม. อีก 2 กลีบ ขนาดเท่ากัน กว้างประมาณ 5 มม. ยาวประมาณ 1.5 ซม. เกสรเพศผู้ 6 อัน แต่ 5 อัน เปลี่ยนไปมีลักษณะเหมือนกลีบดอก โดย 2 กลีบบนสีชมพู รูปไข่กลับ ขนาดเท่ากัน กว้างประมาณ 1.2 ซม. ยาวประมาณ 1.7 ซม. อีก 3 กลีบล่างสีชมพูติดกันเป็นกระพุ้ง กว้างประมาณ 2 ซม. ยาวประมาณ 2.7 ซม. ปลายแผ่กว้างประมาณ 2.5 ซม. มีสีชมพูหรือม่วงแดงเป็นเส้นๆ อยู่เกือบทั้งกลีบโดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงกระเปาะและปลายกลีบ มีเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ 1 อัน ก้านชูอับเรณูหุ้มก้านเกสรเพศเมีย ผลแก่แตกเป็น 3 เสี่ยง เมล็ดค่อนข้างใหญ่

2.2.2.2 สรรพคุณ

เหง้าใต้ดิน - มีรสเผ็ดร้อนขม แก้ปวดท้อง มวนในท้อง ท้องอืดท้องเฟ้อ บำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด แก้กามตายด้าน เป็นยารักษาริดสีดวงทวาร

เหง้าและราก - แก้บิดมูกเลือด เป็นยาขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะพิการ ใช้เป็นยาภายนอกรักษาขี้กลาก

ใบ - บำรุงธาตุ แก้โรคในปาก คอ แก้โลหิตเป็นพิษ ถอนพิษต่างๆ

วิธีใช้และปริมาณที่ใช้ :

แก้ท้องร่วงท้องเดิน ใช้เหง้าสด 1-2 เหง้า ตำหรือฝนเหง้าที่ปิ้งไฟแล้วกับน้ำปูนใส หรือคั้นให้ข้นๆ รับประทานครั้งละ 1-2 ช้อนแกง

แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียด ปวดมวนในท้อง ใช้เหง้าและราก ประมาณครึ่งกำมือ (สด หนัก 5-10 กรัม, แห้ง 3-5 กรัม) ต้มเอาน้ำดื่ม หรือใช้ปรุงเป็นอาหารรับประทานแก้บิด ใช้เหง้าสด 2 เหง้า บดให้ละเอียด เติมน้ำปูนใส คั้นเอาแต่น้ำดื่ม

เป็นยาบำรุงหัวใจ ใช้เหง้าและรากกระชายปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด หั่นตากแห้ง บดเป็นผง ใช้ผงแห้ง 1 ช้อนชา ชงน้ำร้อน ½ ถ้วยชา รับประทานครั้งเดียว

ยารักษาริดสีดวงทวาร ใช้เหง้าสด 60 กรัม ประมาณ 6-8 เหง้า ผสมกับเนื้อมะขามเปียก 60 กรัม เกลือแกง 3 ช้อนแกง ตำแล้วต้มกับน้ำ 6 แก้ว เคี่ยวให้เหลือ 2 แก้ว รับประทานครั้งละ ½ แก้ว ก่อนนอน รับประทานติดต่อกัน 1 เดือน ริดสีดวงทวารควรจะหาย

สารเคมี :

ทั้งส่วนรากและส่วนต้น ประกอบด้วยสาร alpinetin, pinocembrin, cardamonin, boesenbergin A, pinostrobin และน้ำมันหอมระเหย และในส่วนรากยังพบ chavicinic acid อีกด้วย

2.2.3 โพรพอลิส (Propolis)

ภาพที่ 2.5 โพรพอลิส

ที่มา : https://honey-veber.com/product/propolis-50-ml/

โพรพอลิส (Propolis) เป็นสารธรรมชาติอันทรงคุณค่าจากรังผึ้งรู้จักมานานหลายศตวรรษ จนได้รับการยกย่องว่าเป็นแหล่งธรรมชาติบำบัดสำหรับการรักษาโรคต่างๆ มาตั้งแต่ยุคโบราณ โดยถูก

นำมาใช้สำหรับทำมัมมี่เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายเน่าเปื่อย และมักใช้โพรพอลิส เป็นยาดอง ยาระงับประสาทและยารักษาบาดแผล ต่อมามีการค้นพบการใช้โพรพอลิสในเครื่องสำอางและบำรุงผิวกาย โพรพอลิสเป็นสารธรรมชาติที่ได้จากผิวของรังผึ้ง มีลักษณะเป็นยางเหนียวข้น สีน้ำตาลเข้ม โดยเกิดจากการที่ผึ้งเก็บรวบรวมมาจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เรซินจากเปลือกไม้ กลีบอ่อนใบไม้ ผสมเข้ากับเอนไซม์ในน้ำลายผึ้ง โดยผึ้งใช้สารโพรพอลิสในการเคลือบผิวรังไม่ให้แตกร้าว อุดรอยรั่วของรัง ฆ่าเชื้อและป้องกันการระบาดของเชื้อโรคภายในรัง มีการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับโพรพอลิส ในการรักษาผู้ป่วยโควิด มีการทดลองใช้ “โพรพอลิส” ร่วมกับยาปกติในวอร์ดรักษาผู้ป่วยโควิด-19 ที่โรงพยาบาล SAO RAFAEL SA ประเทศบราซิล โดยใช้โพรพอลิสแบบกินร่วมกับการรักษาตามปกติกับผู้ป่วยโควิด-19 จำนวน 124 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กินโพรพอลิส 400 มิลลิกรัมต่อวัน กลุ่มที่ 2 กินโพรพอลิส 800 มิลลิกรัมต่อวัน แล้วก็กลุ่มที่ 3 รักษาตามปกติ โดยผู้ป่วยที่กินโพรพอลิสทั้ง 2 กลุ่มจะมีจำนวนวันที่รักษาในโรงพยาบาลน้อยกว่า คือ เพียง 6-7 วัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้กินใช้เวลารักษา 12 วัน โดยผู้ป่วยโควิดที่เข้ารับการรักษาพบว่าผู้ป่วยโควิดรักษาหายเร็วขึ้นกว่าเท่าตัว และลดการเกิดไตวายเฉียบพลันได้ถึง 80% (Silveira.M.A.D et.al, 2021)

2.2.3.1 แหล่งที่พบและแหล่งที่มาของโพรพอลิส

ดังที่กล่าวไปแล้วว่า พรอพอลิสเป็นสารเหนียวที่ได้จากผึ้งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางยาตั้งแต่ยุคกรีกแล้ว ซึ่งวิธีการเตรียมสารสกัดโพรพอลิส ซึ่งเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในตำรับยาพื้นบ้าน มีขั้นตอนง่ายๆ เริ่มจากกำจัดไขภายนอกออกด้วยการนำไปแช่น้ำเย็น จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งหากมีไขภายนอกไม่มากนักก็ข้ามขั้นตอนแรกไปได้ ขั้นตอนที่สอง นำโพรพอลิสไปแช่ใน 70% เอทานอล ขั้นตอนสุดท้ายนำสารสกัดที่ได้ไปกรองเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนชิ้นเล็กๆ ออกไปให้หมด ซึ่งสารกสัดที่ได้อาจเรียกว่าบาลซัม (balsam) หรืออาจจะใช้ตัวทำละลายชนิดอื่นที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายแทนเอทานอลก็ได้ ส่วนพรอพอลิสรูปแบบที่บริโภคได้สะดวก โดยนำโพรพอลิสไปทำให้แข็งตัวก่อนแล้วค่อยบดเป็นผงจากนั้นนำไปบรรจุแคปซูล หรืออาจนำไปผสมกับอาหารและเครื่องดื่มเพื่อให้บริโภคง่ายขึ้นก็ได้ และสำหรับองค์ประกอบทางเคมีของโพรพอลิสนั้นส่วนใหญ่จะพบเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (lavonoids) ได้แก่ ฟลาโวนส์ (flavones) และฟลาวาโนนส์ (favanones) เป็นต้น เนื่องจากโพรอพอลิสได้จากพืชเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นไปได้เพราะสารต่างๆ ที่ผึ้งเก็บมาจากพืชอาจถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีได้โดยอาศัยเอนไซม์จากน้ำลายของผึ้งระหว่างขั้นตอนการเก็บเรซินจากพืชและนอกจากสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์แล้ว ยังพบสารกลุ่มอื่น เช่น สารประกอบฟินอลิก

(phenolic compounds) เอสเทอร์ (ester) คีโตน (ketone) ฟินอลิกแอลดีไฮ (pluenalic aldehyd) สเตอรอล (sterol) และเทอร์ปิ้น (terpenes) เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืชในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

2.2.3.2 ปริมาณที่ควรได้รับจากโพรพอลิส

สำหรับปริมาณของโพรพอลิสที่ควรบริโภคต่อวันนั้น ในปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์การใช้และการบริโภคที่แน่ชัดแต่อย่างใด แต่มีผลการศึกษาวิจัยเรื่องข้อมูลปริมาณการใช้โพรพอลิสในรูปแบบอาหารเสริมเพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ พบว่า ในการใช้เป็นยาทาภายนอก เพื่อรักษาสิว มีวิธีการใช้ คือ ป้ายลงบนสิวโดยตรง และทิ้งไว้ประมาณ 5-15 นาที ใช้เพื่อรักษาเริมชนิดที่ทำให้เกิดแผล ใช้ทายาทาโพรพอลิส 3% 5 ครั้งต่อวัน ใช้เพื่อรักษาการกระจายของเริม ให้ทายาทาโพรพอลิส 3% ที่แผล 4 ครั้งต่อวัน ส่วนการล้างปากหลังการศัลยกรรมช่องปาก ให้ใช้สารละลายที่มีโพรพอลิส น้ำเปล่าและแอลกอฮอล์ ส่วนการใช้รับประทานนั้น โพรพอลิสชนิดแคปซูล ควรรับประทาน 1-2 แคปซูลต่อวัน และสำหรับโพรพอลิสแบบออร์แกนิค และแบบผสมน้ำผึ้งสดขนาดที่ควรใช้ทั่วไปคือรับประทานครึ่งช้อนชา สองครั้งต่อวันทั้งนี้ขนาดการใช้อาหารเสริมชนิดนี้อาจแตกต่างกันไปในแต่ละราย ซึ่งปริมาณยาที่ใช้จะขึ้นอยู่กับช่วงอายุ สุขภาพและปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย

2.2.3.3.ประโยชน์และโทษของโพรพอลิส

โพรพอลิสถูกนำมาใช้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยประเทศในแถบยุโรปและแอฟริกามีการนำโพรพอลิสมาใช้ตั้งแต่อดีต โดยนำมาใช้สมานแผลและใช้รักษาการติดเชื้อในช่องปากและลำคอ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวชาวกรีก โรมัน และอียิปต์รู้จักเป็นเวลานานแล้ว ส่วนในปัจจุบันมีการนำโพรพอลิสมาใช้เป็นสมุนไพร และในบางประเทศทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีการกล่าวถึงสรรพคุณว่าสามารถใช้สมานแผล และรักษาผิวหนังต่างๆ เช่น เริม (herpes simplex) สิว (acne) และโรคสะเก็ดเงิน (psoriasis) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์เป็นยาชา (anaesthetic) และใช้รักษาโรคเหงื่อกอักเสบ (gingivitis) ได้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เครื่องอุปโภค บริโภค ก็มีการนำโพรพอลิสมาเป็นส่วนประกอบ เช่น สบู่ ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ผลิตภัณฑ์รักษาสิว หรือยาสระผล เป็นต้น นอกจากนี้ในทางการแพทย์ยังมีการศึกษาถึงประโยชน์ของโพรพอลิสในหลายๆ ด้าน โดยงานวิจัยบางส่วนชี้ว่าคุณสมบัติต้านเชื้อไวรัสของโพรพอลิสอาจเป็นตัวเลือกที่ปลอดภัยในการรักษาด้วยภูมิคุ้มกันบำบัดสำหรับผู้ป่วยที่มีหูดจากการติดเชื้อไวรัส ส่วนสรรพคุณต้านการอักเสบก็อาจช่วยเร่งการสมานตัวของแผลได้ เช่น แผลเบาหวาน และแผลจากโรคเริม เป็นต้น ซึ่งอาจช่วยลดความเจ็บปวดจากการอักเสบต่างๆ ที่เกิดขึ้นไปในตัวด้วยแต่ทั้งนี้ในการใช้ก็

อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ เพราะโพรพอลิสอาจมีโอกาสปนเปื้อนสิ่งต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมได้ในระหว่างการสะสมโพรพอลิสของผึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนด้วยโลหะหนัก ดังนั้นการตรวจสอบการปนเปื้อนของโพรพอลิสจึงจำเป็นมากเช่นเดียวกับสมุนไพรชนิดอื่นๆ ซึ่งควรตรวจสอบให้ดีก่อนนำโพรพอลิสไปใช้ (ศิริวรรณ อธิคมกุลชัย, 2551)

2.3 การต้านอนุมูลอิสระ

2.3.1 อนุมูลอิสระ (free radical)

อนุมูลอิสระ หมายถึง อะตอมหรือโมเลกุลใดๆ ก็ตามที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่อยู่หนึ่งตัว หรือมากกว่าหนึ่ง ปกติโมเลกุลจะอยู่ในสภาวะสมดุลธรรมชาติเมื่ออิเล็กตรอนอยู่เป็นคู่ๆ แต่มีบางครั้งที่โมเลกุลบางชนิดสูญเสียอิเล็กตรอนไปทำให้อิเล็กตรอนขาดคู่ จึงไปดึงเอาอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาเข้าคู่แทน ซึ่งทำให้โมเลกุลที่ถูกดึงอิเล็กตรอนกลายเป็นอนุมูลอิสระขึ้นมาใหม่ อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นใหม่จะไปดึงเอาอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงมาอีกเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่การทำลายของอนุมูลอิสระ อนุมูลอิสระมีอายุสั้นมากประมาณ 10^{-3}- 10^{-10} วินาที จัดว่าเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยสามารถตรวจวัดได้ด้วย Electron Spin Resonance (ESR) ปรากฏการณ์นี้อาจเกิดขึ้นกับทุกโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ เช่น โปรตีน ไขมัน และดีเอ็นเอ ความเสียหายจะเกิดขึ้นกับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบย่อยของเซลล์ เมื่อเกิดขึ้นมากๆ จะทำให้เซลล์เสียหายและสูญเสียหน้าที่การทำงานเกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงเคมีหรือเชิงกายภาพของเซลล์ ในที่สุดก็เกิดเป็นโรคที่เกิดจากความเสื่อมสภาพของร่างกาย (ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, 2547)

โดยทั่วไปภายในเซลล์อนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำ เรียกว่า Reactive oxygen species (ROS) และสามารถเกิดขึ้นได้เองเมื่อร่างกายได้รับสารอินทรีย์บางชนิดในขณะที่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดกระบวนการออกซิเคชันขึ้นเองซึ่งเรียกว่า ออโตซีเดชัน (autoxidation) กระบวนการดังกล่าวมักเกิดกับไขมัน ดังนั้นจึงเรียกกระบวนการออกซิเคชันนั้นว่า ไลปิดเปอร์ออกซิเคชัน (lipidperoxidation) อนุมูลอิสระเกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการเมตาบอลิซึม นอกจากนั้นยังสามารถเกิดจากปัจจัยภายนอกที่มากระทบร่างกาย เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต โอโซน ความเครียด ควันบุหรี่ ควันจากท่อไอเสีย เป็นต้น

ตัวอย่างของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย ได้แก่

1) อนุมูลอิสระที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

อนุมูลอิสระที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ อนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ ($O_2^{\bullet}$) ปฏิกิริยาในเซลล์ของร่างกายจะเกิด $O_2^{\bullet}$ขึ้นได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์ Oxidases ชนิดที่ร่างกายเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนหนึ่งตัวมาให้ออกซิเจน เช่น เอนไซม์ NADPH oxidase และยังสามารถเกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่ขนส่งอิเล็กตรอนบนเยื่อไมโทคอนเครีย (mitochondria) ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดที่ขั้นตอนรับอิเล็กตรอนของยูบิควิโนน (ubiquinone reduction) และยังเกิดจากความผิดพลาดของเอนไซม์ไซโตโครมออกซิเดส (cytochrome oxidase) ในการขนส่งอิเล็กตรอนไม่ครบจำนวนไปยังออกซิเจน ปฏิกิริยาลูกโซ่ดังกล่าวนี้เป็นแหล่งใหญ่ของ $O_2^{\bullet}$ ในเซลล์เนื่องจากเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังพบว่าปฏิกิริยาลูกโซ่อิเล็กตรอนในระบบไซโตโครมพี 450 (cytochrome P_{450}) บนเยื่อเอ็นโดพลาสมิกเรติคิวลัม (endoplasmic reticulum) ก็สามารถทำให้เกิด $O_2^{\bullet}$ ได้เช่นกัน $O_2^{\bullet}$ ที่เกิดขึ้นสามารถเกิดปฏิกิริยากันเองได้อย่างรวดเร็วเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซค์ (H_2O_2) ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเร็วขึ้นได้อีกมากกว่า 10,000 เท่า ถ้าหากถูกเร่งโดยเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (superoxidedismutase; SOD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ชนิดเดียวที่ช่วยลดปริมาณ $O_2^{\bullet}$ เพราะสามารถเปลี่ยนอนุมูลอิสระนี้ให้เป็นโมเลกุลที่ลดความว่องไวลงได้

2) อนุมูลอิสระที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ร่างกายมีระบบเอนไซม์ไนตริกออกไซค์ซินเธส (nitric oxide synthase; NOS) สังเคราะห์สารว่องไวกลุ่มที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญคือ อนุมูลอิสระไนตริกออกไซค์ ($NO^{\bullet}$) ซึ่งสังเคราะห์จากกรดอะมิโนอาร์จินีน(arginine) กับออกซิเจน ในเบื้องต้นพบอนุมูลอิสระชนิดนี้ที่ผนังหลอดเลือดทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้หลอดเลือดขยายตัว ผลการศึกษาอย่างต่อเนื่องแสดงให้เห็นความสำคัญของ $NO^{\bullet}$ ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นโดยเอนไซม์ NOS รูปแบบต่าง ๆ ในเซลล์ที่ทำหน้าที่จำเพาะหลากหลาย

2.3.2 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารประกอบที่สามารถป้องกัน ยับยั้ง หรือทำลายกระบวนการเกิดออกซิเดชันได้ สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในร่างกายมีหลายชนิดทั้งที่เป็นเอนไซม์และสารอื่น เช่น superoxidediamutase (SOD) ในเม็ดเลือดแดง catalase ในไซโตซอลของเซลล์ (Michiels et al. 1994) และ coenzyme Q_{10} เป็นต้น (Beyer 1992 : 390) สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีจำนวนจำกัดทำให้ขาดความสมดุลระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระกายในร่างกาย ดังนั้นควรมีการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มเติม สารต้านอนุมูลอิสระพบในพืชสมุนไพรจำนวนมากในธรรมชาติ รวมถึงผักและผลไม้โดยเรียกรวมกันว่า Physiochemical substrates ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในพืชผัก ได้แก่

1) Isoprenoid derivatives เช่น carotenoids และ tocopherols (vitamin E)

2) Phenolic substances เป็นกลุ่มสารที่มีมากที่สุดประกอบไปด้วย polyphenol และ flavonoids ซึ่ง flavonoid ที่เป็น antioxidant เช่น

- flavones เช่น luteolin ใน parsley, thyme
- flavanones เช่น naringenin ในผลไม้พวกส้มที่มีวิตามินซี
- flavonols เช่น quercetin ในหัวหอม บรอคโคลี แอปเปิ้ล เชอรี เบอร์รี ชาเขียวและไวน์แดง
- flavanonol เช่น taxifolin
- isoflavones เช่น genistein ในถั่วเหลือง
- flavan-3-0ls เช่น epicatechin
- flavan-3-ols เช่น epicatechin
- anhoeyanidine เช่น cyaniding ในเชอรี่ องุ่น กระเจี๊ยบแดง
- catechins ในแอปเปิลและชา

3) คาร์โบไฮเดรตและโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง เช่น ascorbic acid (vitamin C)

4) สารประกอบที่มี โครงสร้างของกรดอะมิโนเช่น glutathione

5) กรดไขมันและไขมันโครงสร้าง

6) แร่ธาตุ เช่น ซิลีเนียม (SE)

กลไกการต้านอนุมูลอิสระ

1) การกำจัดอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging) สารที่สามารถจับอนุมูลอิสระได้ดีหรือสารต้านอนุมูลอิสระต้องเป็นสารที่ให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระและทำให้อนุมูลอิสระมีความเสถียรมากขึ้น เมื่อสารต้านอนุมูลอิสระได้ให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนไปแล้วก็จะเกิดเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ซึ่งมีความรุนแรงน้อยกว่าอนุมูลอิสระเดิม อาจจะไปรวมตัวกันกับอนุมูลอิสระอีกโมเลกุลหนึ่งเกิดผลิตภัณฑ์ที่เสถียร หรือมีสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นๆ มาให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนเพื่อเกิดผลิตภัณฑ์ที่เสถียรต่อไปดังสมการ (1) - (7) แสดงกลไกการต้านอนุมูลอิสระแบบ Free radical scavenging สารที่มีกลไกการออกฤทธิ์ผ่านกลไกนี้ เช่น Butylated hydroxyl anisole (BHA), Vitamin E (alpha-tocopherol) เป็นต้น

$$R^{\bullet} + AH \longrightarrow RH + A^{\bullet} \quad (1)$$

$$RO^{\bullet} + AH \longrightarrow ROH + A^{\bullet} \quad (2)$$

$$ROO^{\bullet} + AH \longrightarrow ROOH + A^{\bullet} \quad (3)$$

$$R^{\bullet} + A^{\bullet} \longrightarrow RA \quad (4)$$

$$RO^{\bullet} + A^{\bullet} \longrightarrow ROA \quad (5)$$

$$ROO^{\bullet} + A^{\bullet} \longrightarrow ROOA \quad (6)$$

$$\text{Antioxidant} + O_2 \longrightarrow \text{Oxidized Antioxidant} \quad (7)$$

2) Singlet oxygen quenching ($^1O_2^{\bullet}$) ออกฤทธิ์โดยไปยับยั้งการทำงานของ singlet oxygen โดยการเปลี่ยน Singlet oxygen ($^1O_2$) ให้ไปอยู่ในรูป triplet oxygen ($^3O_2$) และปล่อยพลังงานที่ได้รับออกไปในรูปความร้อน สารที่ออกฤทธิ์ผ่านกลไกนี้ เช่น แคโรทีนอยด์ โดยแคโรทีนอยด์ 1 โมเลกุล สามารถทำปฏิกิริยากับ singlet oxygen ได้ 1,000 โมเลกุล

3) Metal chelating โลหะหนักเช่น Fe^{2+}/Fe^{3+} และ Cu^{2+} มีผลเร่งให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ในร่างกายซึ่งโลหะหนักดังกล่าวจะไปเร่งการเกิดอนุมูลอิสระหลายประเภทเช่น peroxyl radical, hydroxyl radical และ alkyl radical รวมถึง singlet oxygen ดังนั้นการที่มีสารไปจับกับโลหะหนักเหล่านี้จะช่วยชะลอการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายได้ สารที่ออกฤทธิ์ผ่านกลไกนี้ได้แก่ flavonoids, phosphoric acid, citric acid และ ascorbic acid เป็นต้น

4) ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (enzyme inhibitor) สารประกอบ phenolics บางชนิด เช่น flavonoids, phenolic acid และ gallates สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase โดยสามารถเข้าจับกับไอออนของเหล็กซึ่งเป็น โคแฟคเตอร์ (cofactor) ส่งผลให้เอนไซม์ดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้

2.4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมีกายภาพ

2.4.1 เนื้อสัมผัสของอาหาร

เนื้อสัมผัสเป็นคุณลักษณะทางรีโอโลจี (rheology) และลักษณะโครงสร้าง (structure) ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้คุณลักษณะดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ได้ โดยวิธีทางกล (mechanical method) การสัมผัส (tactice) รวมทั้งการใช้หน่วยรับความรู้สึกทางด้านเสียง การมองเห็นเข้ามาประกอบด้วย ภายใต้จุดรับความรู้สึกที่เหมาะสม

1. ค่าความแข็ง (hardness)

ในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ค่าความแข็งหมายถึง แรงที่ใช้กดตัวอย่างประเภทของแข็งระหว่างฟันกราม (molar teeth) เพื่อให้ตัวอย่างในของแข็งมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือแรงที่ใช้กดตัวอย่าง กึ่งของแข็งด้วยเพดานปากกับลิ้น (palate และ tongue) เพื่อให้ตัวอย่างกึ่งของแข็งเปลี่ยนรูปร่างไปดังนั้นวิธีการประเมินค่าความแข็งของตัวอย่าง ในกรณีตัวอย่างเป็นของแข็งจะวัดความรู้สึกในการใช้แรงที่มาจากฟันกรามในการกดตัวอย่างให้มีรูปร่างเปลี่ยนไป ในกรณีตัวอย่างเป็นกึ่งของแข็งจะวัดความรู้สึกของลิ้นกับเพดานที่ใช้แรงพยายามให้ตัวอย่างเปลี่ยนรูปร่างไป (Szezesniak and Kramer, 1973)

2. ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness)

ความหมายในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันหมายถึง ความแข็งแกร่งของพันธะภายในที่เกิดขึ้นมาภายในตัวอย่างแล้วทำให้ตัวอย่างทนทานต่อแรงที่มากระทำให้เปลี่ยนรูปร่างได้จนถึงระดับหนึ่งก่อนที่ตัวอย่างอาหารนั้นจะขาดหรือแตกออกจากกันเป็นชิ้นส่วนย่อยหากมีแรงมากระทำต่อไปอีก สำหรับตัวอย่างอาหารวิธีการประเมินค่าทางเนื้อสัมผัสเพื่อวัดความเข้มของความสามารถในการเกาะรวมตัวกันทำได้โดยวางชิ้นตัวอย่างอาหารระหว่างฟันกราม และทำการกดตัวอย่างอาหารลงมาให้ตลอด สังเกตดูความรู้สึกว่าตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงรูปมากน้อยแค่ไหนก่อนที่จะแตกหักหรือแยกออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ เล็กๆ (Szezesniak and Kramer, 1973)

3. ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ (elasticity หรือ springiness)

ความหมายเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสค่าความยืดหยุ่นหมายถึง ขอบเขตหรือระดับความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไปจากตัวอย่างอาหารที่ทำการทดสอบ การวัดค่านี้สามารถทำได้โดยวางชิ้นตัวอย่างอาหารระหว่างฟันกราม และทำการกดตัวอย่างลงจนถึงระดับหนึ่งที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกหักของโครงสร้างภายในอาหาร หลังจากนั้นถอนแรงคืน สังเกตดูว่าโครงสร้างอาหารมีสัดส่วนการคืนตัวกลับมามากน้อยแค่ไหนเปรียบเทียบกับโครงสร้างอาหารเริ่มต้นก่อนที่จะมีแรงมากระทำ (Szezesniak and Kramer, 1973)

4. ความยากง่ายในการบดเคี้ยว (chewiness)

ความหมายเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัส หมายถึง ระยะเวลายาวนานที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหารที่เป็นของแข็งในอัตราการบดเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ หรือหมายถึงพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการเคี้ยวบดอาหารที่เป็นของแข็งในอัตราการเคี้ยวบดที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ (Szezesniak and Kramer, 1973)

5. ความเหนียวเป็นกาวหรือยาง (gumminess)

ความเหนียวเป็นกาวหรือยางมีความหมายใกล้เคียงกับความยากง่ายในการบดเคี้ยวแต่แตกต่างตรงที่ค่า gumminess จะใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทกึ่งของแข็ง ส่วน chewiness จะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็ง ดังนั้นความหมายในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยางคือพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างอาหารกึ่งของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่ ค่านี้จะบอกความเหนียวแน่นที่คงมีอยู่ในอาหารกึ่งของแข็งตลอดการเคี้ยว (Szezesniak and Kramer, 1973)

6. ความเกาะติดผิว (adhesiveness)

ความหมายในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ค่าความเกาะติดผิว หมายถึงพลังงานที่ใช้ในการพยายามดึงให้ตัวอย่างที่ติดอยู่ที่เพดานปากหลุดออกมา สำหรับวิธีการประเมินตัวอย่างทำได้โดยการวางตัวอย่างไว้บนลิ้นแล้วนำไปกดไว้ที่เพดานปาก หลังจากนั้นถอนตัวอย่างออกจากเพดานปาก วัดแรงดึงลิ้นออกจากเพดานปากสู่ตำแหน่งเดิม (Szezesniak and Kramer, 1973)

2.4.2 สีของอาหาร

การมองเห็นสีของมนุษย์นั้นเกิดจากการที่แสงตกกระทบบนวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีอื่นๆ และสะท้อนแสงของสีของวัตถุนั้นออกมา เข้าสู่ดวงตาของมนุษย์ ผ่านจอตา หรือฉากตา (Ratina) อยู่ด้านหลังแก้วตา มมีลักษณะเป็นผนังที่ประกอบด้วยใยประสาทซึ่งไวต่อแสง เซลล์ของประสาทเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นจอรับภาพตามที่เป็นแล้วส่งความรู้สึกผ่านเส้นประสาทตา ซึ่งทอดทะลุออกทางเยื่อชั้นในสุด ทำหน้าที่เป็นจอรับภาพ จอตาประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือเซลล์รูปแท่ง (Rod cell) กับเซลล์รูปกรวย (Cone cell) การทำงานของเซลล์รูปแท่ง เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่รับแสงทำให้มองเห็นรูปร่างของวัตถุต่างๆ ได้ ส่วนการทำงานของเซลล์รูปกรวย ทำหน้าที่รับสีทำให้มองเห็นวัตถุมีสีต่างๆ ประกอบไปด้วย เซลล์ 3 ชนิด คือ เซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อได้รับแสง เซลล์รับแสงทั้งสามจะ ถูกกระตุ้นในอัตราส่วนที่ต่างกัน ขึ้นกับสีและความเข้มของแสงที่ตกกระทบ จากนั้นสมองก็จะแปลสัญญาณเป็นสีต่างๆ ขึ้นมา หนึ่งในองกรณ์สำคัญที่กำหนดหน่วยการวัดสีให้เป็นมาตรฐาน คือ International Commission on Illumination แต่ตัวย่อมักจะเป็นภาษาฝรั่งเศษ Commission International de l'Eclairage (CIE) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดสีเนื่องจากสายตาและแหล่งกำเนิดแสง องกรณ์ CIE ได้กำหนดหน่วยวัดสีมีสัญลักษณ์ L*-a*-b* โดยทั้ง 3 ตัวแปลมีรายละอียด ดังนี้

- แกน L* บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว

- แกน a* บรรยายแกนสี จากสีเขียว (-a*) จนถึง สีแดง (+a*)

- แกน b* บรรยายแกนสี จากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*)

เครื่องวัดสี Colorimeter เป็นอุปกรณ์วัดค่าสี ที่ใช้แทนสายตามนุษย์ โดยใช้หลักการสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งระบบการวัดสี มีอยู่หลายระบบด้วยกัน คือ ระบบ Munsell, ระบบ Tristimulus Value, ระบบ Chromaticity coordinate และระบบ CIE L*a*b* โดย เครื่องวัดสีส่วนใหญ่ใช้ระบบ CIE L*a*b* ทั้งนี้ เครื่องวัดสียังมีฟังก์ชั่นตรวจสอบค่าความแตกต่างสี เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้าให้มีค่าสีตรงตามมาตรฐานที่ต้องการ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสพร้อมศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และการต้านอนุมูลอิสระมีดังนี้

สุกัญญา เขียวสะอาด และคณะ (2563) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยทำการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ และศึกษาผลของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสม พบว่า ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ คือ ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงที่จำหน่ายในท้องตลาดและผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุด และความเข้มข้นของน้ำสกัดดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค เนื่องจากผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุด รวมทั้งได้ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด เท่ากับ 87.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม มีความสามารถในการต้านอนุมูล DPPH เท่ากับ 75.64 มิลลิกรัมสมมูลของ Trolox ต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม นอกจากนี้คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

วัฒนา วิริวุฒิกร (2563) ได้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเจลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมี่น้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว พบว่า เจลาตินในชุดการทดลองที่ 4 คือ 15 กรัม ในส่วนผสมที่ประกอบด้วย น้ำสับปะรด 70 มิลลิลิตร กลูโคสไซรับ 70 กรัม ผงเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว 3 กรัม และทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกัมมี่ ได้แก่ วิเคราะห์ค่า L*, a* และ b* ค่าความแข็ง ความความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ร้อยละความชื้น และปริมาณไลโคปีน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดก่อนหยอดผลิตภัณฑ์ลงแม่พิมพ์ประมาณ 61.00-63.67 ^{0}Brix ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มฟักข้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3.82- 4.04 ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 10-25 และค่าไลโคปีนอยู่ระหว่าง 1.57-1.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ธีรวรรณ สุวรรณ์ และคณะ (2559) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ใบรางจืด โดยศึกษาปริมาณเจลาติน กลูโคสไซรัป น้ำตาลทราย และศึกษาอัตราส่วนของน้ำต่อใบรางจืดเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่รางจืดคือ กลูโคสไซรัปร้อยละ 32.63 น้ำตาลทรายร้อยละ 32.63 ปริมาณน้ำรางจืด (อัตราส่วนน้ำ 90 : ใบรางจืด 10) ร้อยละ 25.75 เจลาตินร้อยละ 7.25 และปริมาณกรดซิตริกร้อยละ 1.75 โดยผลิตภัณฑ์มีค่า hardness 2,962.57 กรัม cohesiveness มีค่า 0.93 springiness มีค่า 0.87 chewiness มีค่า 2,923.17 กรัม และgumminess มีค่า 2,821.51 กรัม ด้านสีมีค่า L* 38.94 ค่า a*-0.86 และค่า b* 9.01 ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) 0.70 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.74 และไม่ตรวจพบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ภาสุรี ฤทธิเลิศ และกมลวรรณ วารินทร์ (2020) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ทำการวิเคราะห์ผลของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ปริมาณ 150, 250 และ 350 g ต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่ และผลของการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่สำหรับสมบัติทางเคมีพบว่ามีค่ากิจกรรมของน้ำ (a.) 0.87-0.90 และด่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 2.84-3.34 การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังมีผลต่อเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่โดยทำให้ค่าความแข็ง (hardness) การบดเคี้ยว (chewiness) และความยืดหยุ่น (springiness) ลดลง ($p \leq 0.05$) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 250 g ได้รับคะแนนความชอบรวมในระดับชอบปานกลางสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้การทดแทนซูโครสด้วยมอลทิทอลที่ 0, 50 และ 100 % (w/w) พบว่าการเติมมอลทิทอลมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ค่า pH และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่าความแข็ง (hardness) และค่าการบดเคี้ยว (chewiness) ลดลง ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม กัมมี่เยลลี่ที่ผลิตด้วยมอลทิทอล 100 % ได้รับคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างจากมอลทิทอล 50 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดแทนซูโครสด้วยมอลทิทอลได้ถึง 100 % จึงควรใช้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อสุขภาพ

วิภาพร สกุลครู (2547) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงโดยใช้คาราจีแนน แป้งบุก และวุ้นมะพร้าว เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล และเพิ่มความแข็งของเนื้อสัมผัส พบว่า ปริมาณคาราจีแนน แป้งบุก และวุ้นน้ำมะพร้าว มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพความแข็ง (Hardness) และความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) และมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม, ความแข็ง, ความยืดหยุ่นและ

ความยากง่ายในการเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) สูตรเยลลี่มะม่วงที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ประกอบด้วยคาราจีแนน, ผงบุกและวุ้นน้ำมะพร้าว ร้อยละ 0.55, 0.40 และ 13 ตามลำดับ ปรับปรุงรสชาติเยลลี่มะม่วงโดยใช้วิธีการทดสอบความชอบแบบ 9-point hedonic scale ร่วมกับวิธี Just about right ได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงซึ่งประกอบด้วยน้ำมะม่วง (ที่ทำการปรับ pH เท่ากับ 3.5) คาราจีแนน ผงบุกวุ้นน้ำมะพร้าว น้ำ น้ำตาล โปตัสเซียมซิเตรท และกรดซิตริกคิดเป็นร้อยละ 30.0, 0.55, 0.40, 13.0 35.25, 20.0, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงที่พัฒนาได้มีค่าเท่ากับ 0.95 ค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 42.98, -3.08 และ 11.22 ตามลำดับ Hardness, Cohesiveness, Springiness และ Chewiness เท่ากับ 8.55 N, 0.07, 3.82 mmn, และ 2.26 Nmm ตามลำดับ

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. ผงเจลาติน ยี่ห้อ McGarrett
2. น้ำตาลทราย ยี่ห้อ มิตรผล
3. ฟ้าทะลายโจร
4. กระชายขาว
5. โพรพอลิส
6. เครื่องครัว (หม้อ กะละมัง กระบวย ช้อน ถ้วย ชาม เป็นต้น)
7. อะลูมิเนียมฟลอยล์
8. ตะแกรงหลอดทดลอง (Test Tube Rack Stainless)
9. ช้อนตักสาร (Spetula)
10. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
11. กรวยกรอง (Funnel)
12. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
13. บิกเกอร์ (Beaker)
14. แท่งแก้วคนสาร (Stering rod)
15. กระดาษกรอง ยี่ห้อ Whatman เบอร์ 1 และ เบอร์ 4
16. หลอดทดลอง (Test tube)
17. เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง (Balance)
18. ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ (Oven)
19. ไมโครปิเปต (Micro pipette)
20. ตู้เย็น (Refrigerator)
21. เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter)
22. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifugal)

23. เตาให้ความร้อน (Hot Plate)

24. เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Vis Spectrophotometer) ยี่ห้อ JASCO รุ่น V-750

25. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autuclave)

26. ตู้ปลอดเชื้อ (Lamina flow)

3.2 สารเคมี

1. Ethanol 95%
2. Ethyl Alcohol 99.9% (AR grade ยี่ห้อ Qrec)
3. DPPH (AR grade ยี่ห้อ Sigma Aldrich)
4. ABTS (AR grade ยี่ห้อ Sigma Aldrich)
5. Gallic acid (AR grade ยี่ห้อ Sigma Aldrich)
6. Trolox (AR grade ยี่ห้อ Sigma Aldrich)
7. EDTA di-sodium salt 99.0% (AR grade ยี่ห้อ KemAus)
8. Nutrient broth (ยี่ห้อ Himedia)
9. Nutrient agar (ยี่ห้อ Himedia)
10. Dimethylsulfoxide (DMSO) 99.9% (AR grade ยี่ห้อ Fisher)
11. Methanol 95%

3.3 การเตรียมเจลลี่

งานวิจัยนี้เตรียมผลิตภัณฑ์เจลลี่โดยกำหนดสูตรอัตราส่วนผสมต่างๆ ขององค์ประกอบ โดยดัดแปลงจากงานวิจัยของสุกัญญา เขียวสะอาด และคณะ (2563) และวัฒนา สิริวุฒิกร (2563) มีทั้งหมด 10 สูตร ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

สูตร	ส่วนประกอบ				
	ฟ้าทะลายโจร (%)	กระชายขาว (%)	โพรพอลิส (%)	เจลาติน (%)	น้ำตาลทราย (%)
1	1.00	0.00	5.00	8.00	33
2	1.00	0.00	5.00	12.00	33
3	5.00	0.00	5.00	8.00	33
4	5.00	0.00	5.00	12.00	33
5	0.00	5.00	5.00	8.00	33
6	0.00	5.00	5.00	12.00	33
7	0.00	10.00	5.00	8.00	33
8	0.00	10.00	5.00	12.00	33
9	1.00	5.00	5.00	8.00	33
10	1.00	5.00	5.00	12.00	33

ขั้นตอนการเตรียมน้ำสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวตามวิธีของสุกัญญา เขียวสะอาดและคณะ (2563) โดยนำฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวมาล้างทำความสะอาด อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำไปบดหยาบ เตรียมน้ำสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก นำฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวผสมน้ำที่อุณหภูมิห้องในอัตราส่วน 5:95 และ 10:90 ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที กรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกกาก ส่วนสารละลายที่ได้ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปเป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เจลลี่ กำหนดใช้ส่วนผสมได้แก่ สารสกัดฟ้าทะลายโจร สารสกัดกระชายขาว โพรพอลิส เจลาติน น้ำตาลทราย และน้ำ โดยให้ โพรพอลิสและน้ำตาลทรายมีปริมาณอัตราส่วนที่คงที่ โดยใช้น้ำเป็นตัวปรับส่วนผสม นำเจลลี่ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้ วัดปริมาณน้ำอิสระ การวัดค่าสี วัดค่าคุณภาพเนื้อสัมผัส วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ประสิทธิภาพการต้านจุลินทรีย์ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิคการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจลลี่ทางเคมีกายภาพ

3.4.1 วัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

3.4.2 วัดค่าสี (Color) วัดด้วยเครื่องวัดสีและรายงานผลเป็นค่า L* a* และ b*

3.4.3 วัดค่าคุณภาพเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

3.4.4 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

3.4.5 วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง hand refractometer

3.5 ศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Disc diffusion test

เทอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Mueller Hinton Agar (MHA) ในจานเลี้ยงเชื้อ ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว นำแบคทีเรียที่ก่อโรค *Stapphylococcus aureus*, *Bacillus* spp. และ *Eschericia coli* เลี้ยงอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Nutrient Broth (NB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเชื้อก่อโรค Swab บนผิวอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) ทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารโดยวิธี Disc diffusion test (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง) โดยใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อชุบแบคทีเรียแล้วบิดให้แห้งพอหมาด ๆ กับข้างหลอดทดลอง จากนั้นทำการ swab ให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยลากเส้นผ่านศูนย์กลาง จานเพาะเลี้ยงเชื้อแล้วป้ายเป็นเส้นตั้งฉากผ่านเส้นที่ลากไว้ถี่ ๆ ให้ทั่วผิวหน้าแล้วหมุนจานเพาะเชื้อ ไปประมาณ 60 องศา จากนั้นทำการป้ายเช่นกัน 3 ครั้ง เพื่อให้แบคทีเรียกระจายสม่ำเสมอทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ส่วนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง จึงทำการทดสอบกับสารตัวอย่าง โดยใช้แผ่นดิสก์ปราศจากเชื้อ หยดสารตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย (DMSO) โดยใช้ปากคีบ คีบแผ่นดิสก์วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมตรงตำแหน่งที่กำหนด แล้วกดเบา ๆ นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจวัดขนาดบริเวณใส ที่สารตัวอย่างสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Clear Zone หรือ Inhibition Zone) ที่เกิดขึ้นรอบแผ่นดิสค์ โดยวัดเป็นหน่วยมิลลิเมตร

3.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของเจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส โดยศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Compound) ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากน้อยเพียงใด และวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) มีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteau Reagent โดยนำตัวอย่างเจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสมาวิเคราะห์เจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วนที่ต้องการปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดสีชาขนาดเล็กเติมสารละลาย 10% (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) Folin-Ciocalteu Reagent ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 7.5% Na_2CO_3 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ในน้ำกลั่นปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน และตั้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐานปริมาณกรดแกลลิกในช่วง 50 – 200 ไมโครกรัม

3.6.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการ DPPH assay โดยการดัดแปลงจากวิธีของ B. Vongsak et al. (2015)

เตรียมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) ในเอทานอล เข้มข้น 0.5 mM และสารมาตรฐานวิตามินอีเข้มข้น 0.001 – 0.03 mM และสารสกัดเข้มข้น 0.1 – 1 mg/mL จากนั้นผสมสารละลายมาตรฐาน หรือสารสกัดกับ 1 mM DPPH ในเอทานอลในอัตราส่วน 9 : 1 โดยปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหา % radical scavenging activity เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานวิตามินอีเพื่อหาความเข้มข้นที่ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ได้ 50% (IC_{50}) ตามสมการ

$$\frac{\text{Absorbance}_{control} - \text{Absorbance}_{\text{Test sample}}}{\text{Absorbance}_{\text{control}}} \times 100$$

3.7 ศึกษาระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรต่างๆ

นำผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสทั้ง 10 สูตร มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ในคุณลักษณะด้านสีกลิ่นโดยรวม รสชาติ ความยืดหยุ่น ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในภาคผนวก นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัยและอภิปรายผล

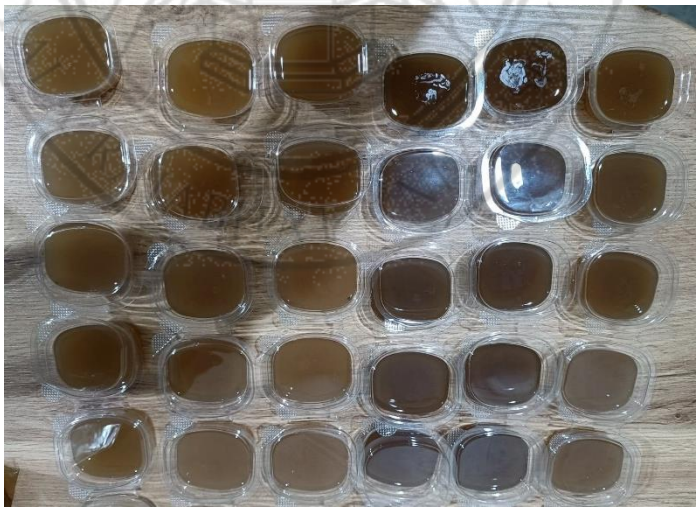
4.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

ในการศึกษาสูตรของเจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จะทำการผลิตเจลลี่ตามสูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงกรรมวิธีในการผลิต ซึ่งดัดแปลงจากกรมวิชาการเกษตร (2543) สูตรที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ในแต่ละสูตรจะมีส่วนประกอบของฟ้าทะลายโจรแห้ง กระชายขาวแห้ง และเจลาติน ดังภาพที่ 4.1 ที่มีความแตกต่างกัน เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เจลลี่แล้วนำมาศึกษาผลทางเคมีกายภาพ ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เจลลี่ และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อเจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส โดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-points hedonic scaling) ในคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความยืดหยุ่น ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำข้อมูลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่มีสีเขียวเหลือง เนื่องจากสารสกัดจากฟ้าสลายโจรจะมีสีเขียวขี้ม้าอ่อนและสารสกัดจากกระชายขาวจะให้สีเหลืองอ่อนใส ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.1 ฟ้าทะลายโจรแห้ง (a) และกระชายขาวแห้ง (b)

ตารางที่ 4.1 สูตรผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

สูตร	ส่วนประกอบ				
	ฟ้าทะลายโจร (%)	กระชายขาว (%)	โพรพอลิส (%)	เจลาติน (%)	น้ำตาลทราย (%)
1	1.00	0.00	5.00	8.00	33
2	1.00	0.00	5.00	12.00	33
3	5.00	0.00	5.00	8.00	33
4	5.00	0.00	5.00	12.00	33
5	0.00	5.00	5.00	8.00	33
6	0.00	5.00	5.00	12.00	33
7	0.00	10.00	5.00	8.00	33
8	0.00	10.00	5.00	12.00	33
9	1.00	5.00	5.00	8.00	33
10	1.00	5.00	5.00	12.00	33



ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

4.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของเจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

พัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสแล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ค่าสี (ค่า L*, a* และ b*) ค่าคุณภาพเนื้อสัมผัส ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid content, TSS) พบว่า ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร มีค่าใกล้เคียงกันจะอยู่ในช่วง 0.962±0.001 ถึง 0.979±0.003 ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.25±0.05 - 5.63±0.07 ค่าสีสว่าง (L*) มีค่าความสว่างมากอยู่ในช่วง 28.54±0.08 - 23.92±0.09 โดยสูตรที่ 7 จะให้สีสว่างมากที่สุด สีแดงมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 1.92±0.11 - 1.24±0.09 และสีเหลืองจะอยู่ในช่วง 8.69±0.39 - 3.95±0.23 อาจเนื่องมาจากในผลิตภัณฑ์เจลลี่มีปริมาณสารสกัดจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน และสัดส่วนของเจลาตินในแต่ละสูตรจะทำให้ค่า A_w และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.2 สำหรับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่โดยวิธี texture profile analysis พบว่าปริมาณของเจาตินที่ใช้จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่โดยค่าความแข็งหรือแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูปซึ่งเทียบได้กับแรงที่ใช้ในการเคี้ยวครั้งแรกมีค่ามากในสูตรที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 เท่ากับ 129.10±35.58, 132.16±8.57, 91.38±10.39, 114.05±18.63 และ 105.29±7.53 ตามลำดับ ส่งผลให้แรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหาร และค่าความยืดหยุ่นลดลง เนื่องจากปริมาณของเจลาตินในสูตรที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 มีปริมาณมากกว่าในสูตรที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลทำให้สัดส่วนของสารก่อเจลในส่วนผสมเพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลลี่แสดงว่าผลิตภัณฑมีความแข็งแรงของเจลมากจึงต่องใชแรงในการทำใหเกิดการเสียรูปมากด้วย แสดงผลดังตารางที่ 4.3 และ ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จะมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุกัลยา เขียวสะอาด และคณะ (2020) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยศึกษาปริมาณเจลาตินที่ร้อยละ 6, 8 และ 10 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเจลาตอนสูงจะมีค่าแรงที่ใช้ในการกด (Hardness) และแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Chewiness) สูงตามด้วย และสอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ไทยที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้เจลาตินเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างต่างกันที่ร้อยละ 0.5-5.5 (วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ, 2560)

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร

สูตรเจลลี่	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ					
	ปริมาณน้ำอิสระ (A_w)	ค่าสี			ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
		L*	a*	b*		
1	0.975±0.003	23.92±0.09	1.24±0.09	3.95±0.23	5.52±0.03	41.3±0.5
2	0.967±0.002	24.80±0.15	1.37±0.14	4.73±0.09	5.48±0.05	40.0±0.9
3	0.970±0.002	26.33±0.16	1.43±0.02	5.78±0.05	5.46±0.04	40.3±0.5
4	0.962±0.001	25.75±0.14	1.53±0.06	5.09±0.08	5.56±0.06	44.2±0.3
5	0.969±0.002	28.43±0.14	1.66±0.03	7.23±0.15	5.25±0.05	39.7±0.5
6	0.973±0.003	27.13±0.02	1.37±0.04	5.85±0.09	5.34±0.10	40.7±0.3
7	0.979±0.003	28.54±0.08	1.72±0.04	8.69±0.39	5.45±0.09	38.8±0.3
8	0.973±0.001	27.31±0.19	1.56±0.05	7.28±0.24	5.63±0.07	38.2±0.6
9	0.975±0.004	27.51±0.15	1.62±0.09	7.38±0.21	5.46±0.08	40.4±0.8
10	0.974±0.002	26.74±0.07	1.92±0.11	7.69±0.34	5.54±0.07	38.7±0.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร

สูตรเจลลี่	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ				
	คุณภาพเนื้อสัมผัส				
	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1	89.53±33.97	0.92±0.03	0.46±0.18	44.41±34.55	41.00±32.20
2	129.10±35.58	0.90±0.08	0.67±0.09	85.85±25.07	76.28±17.46
3	93.05±5.06	0.94±0.02	0.35±0.08	32.30±6.13	30.27±6.08
4	132.16±8.57	1.04±0.09	0.69±0.07	90.70±11.26	94.51±14.72
5	57.33±10.68	0.97±0.05	0.65±0.09	36.74±6.77	35.49±5.96
6	91.38±10.39	0.91±0.07	0.29±0.08	25.93±7.80	23.56±7.86
7	77.61±8.37	0.91±0.03	0.18±0.05	14.10±2.79	12.83±2.66

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพด้านคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร (ต่อ)

สูตรเจลลี่	องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ				
	คุณภาพเนื้อสัมผัส				
	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
8	114.05±18.63	0.89±0.11	0.51±0.11	57.52±9.80	50.73±8.47
9	79.40±3.29	0.91±0.05	0.41±0.11	32.59±8.94	29.70±9.18
10	105.29±7.53	0.91±0.06	0.67±0.13	69.47±10.48	62.82±9.02

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เจลลี่

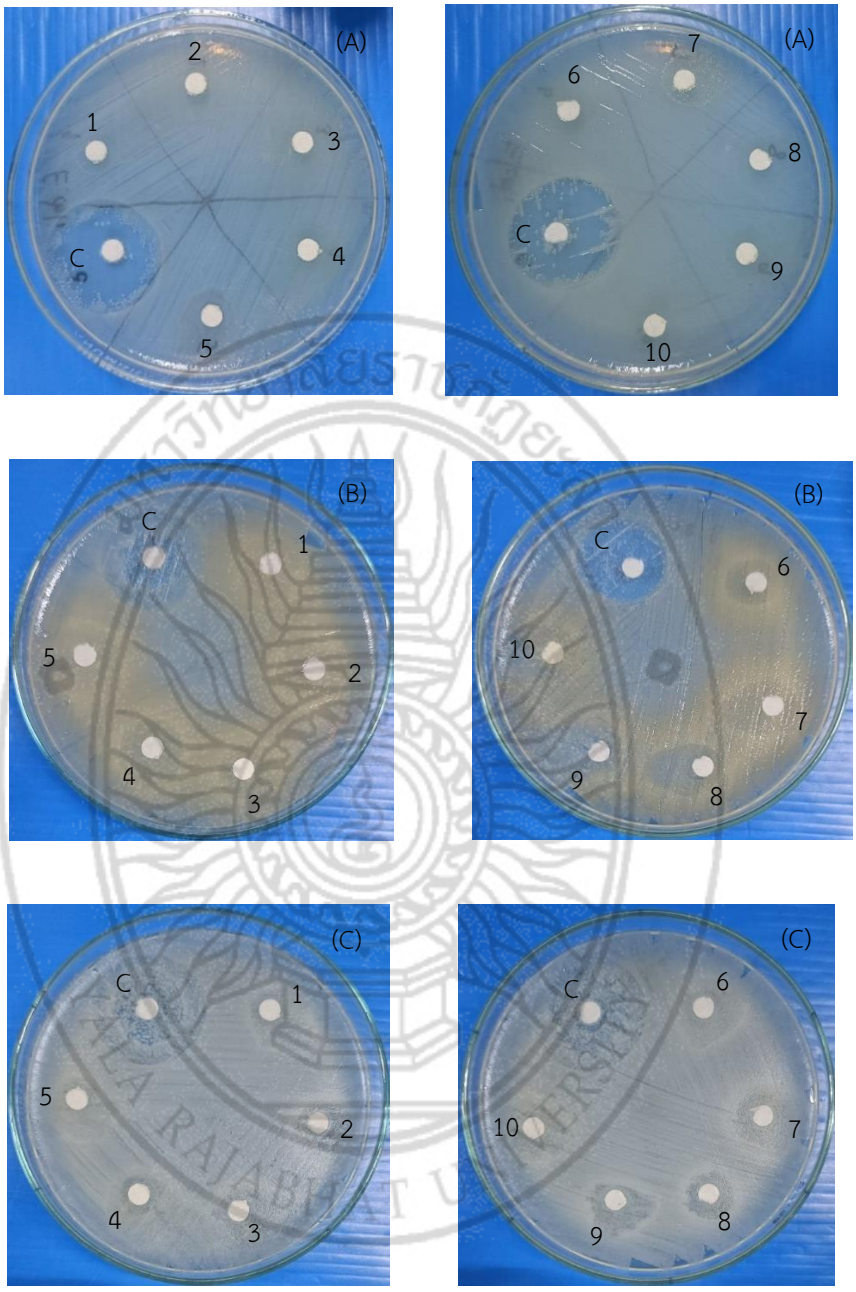
ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร โดยศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรค 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus* spp. จากการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่สามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus* spp. ได้ดีโดยผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร สามารถยับยั้งได้ดีมีขนาดวงใสของการยับยั้งใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 15.00±0.82 - 17.00±1.41 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับชุดควบคุมคือ เอทานอล 95% สำหรับ *Staphylococcus aureus* ผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร สามารถยับยั้งได้ปานกลางโดยมีวงใสของการยับยั้งอยู่ในช่วง 15.00±0.00 - 7.00±0.00 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ อาจเนื่องจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมีสรรพคุณช่วยแก้การติดเชื้อ ระงับการเจริญเติบโตของเชื้อโรคซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาโรช ค้าเจริญ และคณะ (2547) ได้ศึกษาและพัฒนากรผลิตและการใช้สมุนไพรกระเทียม ฟ้าทะลายโจร และขมิ้นชันทดแทนสารต้านจุลชีพและสารสังเคราะห์เติมอาหารไก่และสุกร รวมทั้งงานวิจัยของวริษฎ ศิลาอ่อน และคณะ (2546) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของส่วนสกัดฟ้าทะลายโจร พบว่าสมุนฟ้าทะลายโจรสามาระยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้

ตารางที่ 4.4 ขนาดวงใสของการยับยั้งเชื้อ *E.coli*, *S.aureus* และ *B*acillus spp. เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เอทานอล 95%)

เจลลี่สูตรที่	จุลินทรีย์ก่อโรค					
	E.coli	control	*S.aureus*	control	*Bacillus* spp.	control
1	ND	28.50±0.71	10.50±0.50	25.50±0.71	15.50±1.29	25.50±0.71
2	ND		14.00±1.41		15.25±0.96	
3	ND		10.50±0.71		15.00±0.82	
4	ND		8.00±1.41		16.50±1.29	
5	ND		7.00±0.00		16.00±2.16	
6	ND	26.59±2.12	10.00±0.00	25.00±0.00	17.00±1.41	24.00±1.41
7	ND		15.00±0.00		15.00±1.41	
8	ND		12.50±0.71		16.00±1.41	
9	ND		14.00±1.41		15.50±0.71	
10	ND		9.75±0.96		16.50±2.12	

หมายเหตุ : ND หมายถึง ไม่เกิดการยับยั้ง

Control หมายถึง ชุดควบคุม ได้แก่ เอทานอล 95%

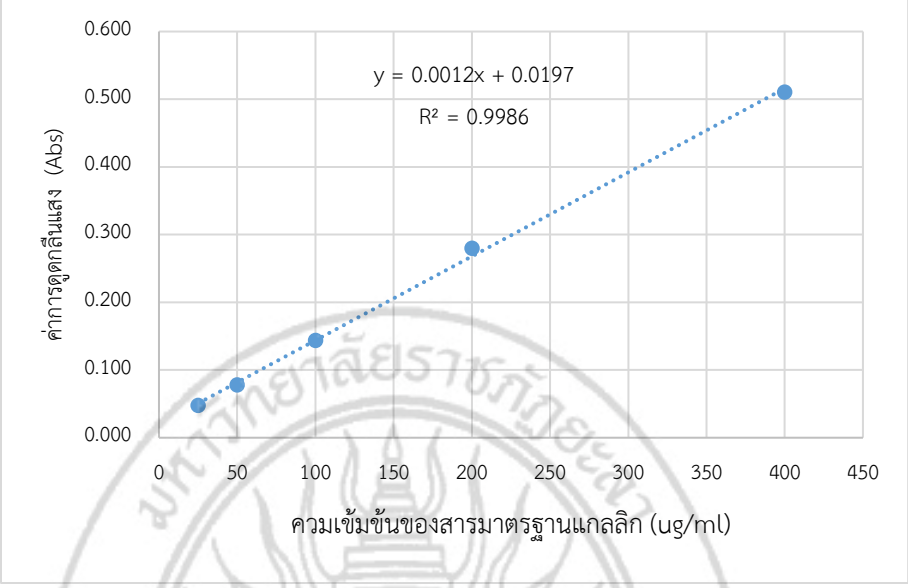


ภาพที่ 4.3 การยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* (A), *Staphylococcus aureus* (B) และ *Bacillus* spp. (C) ด้วยผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร เทียบกับชุดควบคุม ได้แก่ เอทานอล 95% (c)

4.4 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เป็นการทดสอบทางเคมีด้วยสารที่มีสมบัติเป็นอนุมูลอิสระซึ่งในการทดลองจะใช้อนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่คงตัวและมีสีม่วง สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตรเมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระจะทำให้สีม่วงค่อยๆ จางลงจึงสามารถนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้ จากการทดลองจะรายงานค่าเป็นร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสมีทั้ง 10 สูตรมีความสามารถในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ได้ โดยให้ผลร้อยละการยับยั้งที่ดีที่สุด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 1 มีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 83.96±0.04 และผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ให้ร้อยละการยับยั้งน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 4 ให้ผลการยับยั้งเท่ากับ 74.55±0.09

สำหรับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสจะวิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ภาพที่ 4.4 พบว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมใกล้เคียงกัน โดยผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 4 จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 0.77±0.06 และผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 9 จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.49±0.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเจลลี่ ดังตารางที่ 4.5 โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานแกลลิก และสอดคล้องกับบทความของ ธนโชติ ธรรมชาติ ได้กล่าวว่าฟ้าทะโจรมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ ทางยาสมุนไพรอยู่ 3 สารด้วยกัน โดยเป็นสารในกลุ่ม Lactone ซึ่งก็คือ สารแอดโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide), สารนีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (NeoAndrographolide), และสาร 14-ดีอ็อกซี่แอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxy-andrographolide) และดังงานวิจัยของ ชานนท์ นัยจิตร และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสารประกอบรวมฟีนอลและนิโคตินของสมุนไพรไทย 15 ชนิด ซึ่งมีสมุนไพรฟ้าทะลายโจร จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay สารประกอบรวมฟีนอลด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method พบว่าในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและมีฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 94.69±8.43 mg GAE/g DW



ภาพที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 760 นาโนเมตร

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร

สูตรเจลลี่	DPPH radical scavenging activity (%)	ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (mg Gallic acid equivalent/g ตัวอย่างเจลลี่)
1	83.96±0.04	0.69±0.06
2	81.06±0.08	0.67±0.05
3	79.28±0.03	0.76±0.05
4	74.55±0.09	0.77±0.06
5	76.72±0.05	0.55±0.06
6	80.67±0.96	0.62±0.02
7	78.66±0.18	0.58±0.17
8	79.69±0.06	0.55±0.06
9	81.03±0.02	0.49±0.03
10	80.32±0.02	0.56±0.04

4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสารสกัดฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

นำผลิตภัณฑ์เจลลี่ฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส จำนวน 10 สูตร มาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale โดยในแต่ละสูตรจะมีส่วนประกอบของฟ้าทะลายโจร กระชายขาว และเจลาตินที่มีความแตกต่างกัน นำมาทดสอบในคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความยืดหยุ่น ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 8 มากที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.40±1.69 ผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 1 มีความชอบโดยรวมน้อยที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 2.70±1.89 ด้านสีมีความชอบมากที่สุดต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 8 มีความชอบเท่ากับ 7.70±1.06 ด้านกลิ่นโดยรวม มีความชอบมากที่สุดต่อสูตรที่ 8 มีคะแนนเท่ากับ 6.40±1.35 ด้านรสชาติมีความชอบมากที่สุดต่อสูตรที่ 8 มีคะแนนเท่ากับ 7.10±1.73 ด้านความยืดหยุ่นมีความชอบความที่สุดต่อสูตรที่ 3 มีคะแนนเท่ากับ 7.20±1.23 และด้านความรู้สึกหลังกลืนมีความชอบมากที่สุดต่อสูตรที่ 8 มีคะแนนเท่ากับ 5.90±2.18 แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

สูตรเจลลี่	การทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่นโดยรวม	รสชาติ	ความยืดหยุ่น	ความรู้สึกหลังกลืน	ความชอบโดยรวม
1	5.70±1.77	5.00±1.70	2.50±1.72	6.70±1.34	2.80±1.47	2.70±1.89
2	6.90±1.20	5.00±1.33	3.20±1.77	6.60±1.43	3.50±1.43	3.30±1.83
3	6.50±1.43	5.30±1.83	4.00±1.76	7.20±1.23	3.40±1.35	3.50±1.58
4	6.20±2.39	4.50±2.32	2.90±1.60	6.80±1.55	3.80±1.87	3.00±1.76
5	6.40±1.71	5.20±2.15	4.30±1.83	6.60±2.07	4.10±1.91	4.10±1.91
6	7.10±0.99	6.00±1.70	5.90±2.13	6.90±1.60	5.30±2.16	5.70±2.00
7	7.50±0.97	6.10±1.60	6.50±1.69	6.80±1.62	5.40±1.84	5.80±2.25
8	7.70±1.06	6.40±1.35	7.10±1.73	6.90±2.08	5.90±2.18	6.40±1.69

ตารางที่ 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส (ต่อ)

สูตรเจลลี่	การทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่นโดยรวม	รสชาติ	ความยืดหยุ่น	ความรู้สึกหลังกลืน	ความชอบโดยรวม
9	6.80±1.93	5.10±1.97	4.30±2.00	6.60±2.12	4.30±1.77	5.00±1.70
10	6.20±2.35	5.80±1.93	3.90±2.28	6.20±2.49	3.80±1.93	4.90±2.08

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส นำผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ได้จากการพัฒนามาศึกษาลักษณะทางกายภาพเคมี ได้แก่ ค่าพีเอช ค่าสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด และเนื้อสัมผัส ศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ได้พัฒนาขึ้นมาศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จากการศึกษาได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จำนวน 10 สูตร ที่มีปริมาณของสมุนไพรฟ้าทะลาย กระชายขาว และเจลาตินในปริมาณที่แตกต่างกัน นำมาทดสอบลักษณะทางกายภาพเคมี พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.25±0.05 - 5.63±0.07 ค่าสีสว่าง (L*) มีค่าความสว่างมากอยู่ในช่วง 28.54±0.08 - 23.92±0.09 โดยสูตรที่ 7 จะให้สีสว่างมากที่สุด สีเหลืองจะอยู่ในช่วง 8.69±0.39 - 3.95±0.23 และสีแดงมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 1.92±0.11 - 1.24±0.09 อาจเนื่องมาจากในผลิตภัณฑ์เจลลี่มีปริมาณสารสกัดจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน และสัดส่วนของเจลาตินในแต่ละสูตรจะทำให้ค่า A_w และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่โดยวิธี texture profile analysis พบว่าปริมาณของเจาตินที่ใช้จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ โดยค่าความแข็งหรือแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูปซึ่งเทียบได้กับแรงที่ใช้ในการเคี้ยวครั้งแรกมีค่ามากในสูตรที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 เท่ากับ 129.10±35.58, 132.16±8.57, 91.38±10.39, 114.05±18.63 และ 105.29±7.53 ตามลำดับ ส่งผลให้แรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหาร และค่าความยืดหยุ่นลดลง เนื่องจากปริมาณของเจลาตินในสูตรที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 มีปริมาณมากกว่าในสูตรที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลทำให้สัดส่วนของสารก่อเจลในส่วนผสมเพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลลี่แสดงว่าผลิตภัณฑมีความแข็งแรงของเจลมากจึงต้องใชแรงในการทำใหเกิดการเสียรูปมากด้วย สำหรับประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรค พบว่า ผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus* spp. ได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH พบว่า

ผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตรจะสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ โดยให้ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระในช่วงที่ดีที่สุด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 1 มีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 83.96±0.04 และผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ให้ร้อยละการยับยั้งน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 4 ให้ผลการยับยั้งเท่ากับ 74.55±0.09 สำหรับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสจะ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่ทั้ง 10 สูตร จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมใกล้เคียงกัน โดยผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 4 จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 0.77±0.06 และผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 9 จะมีปริมาณฟินอลิกรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 0.49±0.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเจลลี่ เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 8 มากที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.40±1.69 ผลิตภัณฑ์เจลลี่สูตรที่ 1 มีความชอบโดยรวมน้อยที่สุด มีคะแนนความชอบเท่ากับ 2.70±1.89

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่อยากให้มีการปรับปรุงรสชาติและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะทายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิสให้มีความหลากหลายมากกว่าเดิม เช่น มีการเพิ่มรสชาติเปรี้ยว มีรสชาติและกลิ่มผลไม้ เป็นต้น

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. (2543). เยลลี่มะม่วง. วารสารสถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ: 3(14): 41-42.

ชานนท์ นัยจิตร และอนุรักษ์ เชื้อมั่ง. (2559). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบรวมฟีนอล และนิโคตินของสมุนไพรไทย 15 ชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24(2). 351-361.

ดารารัตน์ รัตนรักษ์, รุจิรา เข็มเพชร, อุษณีย์ พูลวิวัฒนกูล, สิรีธร นิมิตวิไล, อรอนงค์ เหล่าตระกูล และ ปิยะวรรณ ศรีมณี. (2564). ประสิทธิผลและความปลอดภัยของสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อการร่วมรักษา ผู้ป่วยโรคโควิด-19 ที่มีอาการรุนแรงน้อย โรงพยาบาลนครปฐม. วารสารแพทย์ เขต 4-5, 40 (2). 269-282.

ธนโชติ ธรรมชาติ. ฟ้าทะลายโจร. หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. 1-10.

ธีรวรรณ สุวรรณ์, วัชระ ประดุจพรม, วิไรพร งามรูป, ณัฐธยาน์ ชูสุข และจันทิมา ภูงามเงิน. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ใบรางจืด. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22 (1). 189-201.

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง. (2547). การสำรวจความความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้. ขอนแก่น: ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิภาพร สกุลครู. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑเยลลี่มะมวง (วิทยานิพนธ์). สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาสุรี ฤทธิเลิศ และกมลวรรณ วารินทร์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 9 (2). 342-354.

วริษฎา ศิลาอ่อน, อรนุช ธนเขตไพศาล, สุดารัตน์ หอมหวล,จันทร์จิรา ศรีจางวาง, พรพันธ์ เฉลิมรัมย์ และ บังอร ศรีพานิชกุลชัย. (2546). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของส่วนสกัดฟ้าทะลายโจร. วารสารวิชาการ ม. อบ. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 5 (1). 37-44.

วัฒนา วิริวุฒิกร. (2563). อัตราส่วนที่เหมาะสมของเจลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมี่น้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว. วารสารพระจอมเกล้า, 38 (3). 400-407.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สันทัด วิเชียรโชต และอุดมลักษณ์ สุขอัตตะ. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ไทยที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิริวรรณ อธิคมกุลชัย. (2551). พรอพอลิส:ของขวัญจากธรรมชาติ. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพม, 3 (2). 256-295.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2521). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยมเยลลี่และมารมาเลต. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกเลต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สุกัญญา เขียวสะอาด, สรัญญา ชวนพงษ์พานิช และอัศวิน ดาดูเคล. (2020). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 28 (12). 2185-2200.

สาโรช ค้าเจริญ, บังอร ศรีพานิชกุลชัย, เยาวมาลย์ ค้าเจริญ, คมกริช พิมพ์ภักดี, พิชญ์รัตน์ แสนไชย สุริยา. (2547). การศึกษาและพัฒนากรผลิตและการใช้สมุนไพรกระเทียม ฟ้าทะลายโจร และขมิ้นชันทดแทนสารต้านจุลชีพและสารสังเคราะห์เติมอาหารไก่และสุกร. การประชุม เรื่อง สมุนไพร์ไทย โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2 วันที่ 15-16 มกราคม. หน้า 145-161.

Aziiz Mardanarian Rosdianto, Irma Melyani Puspitasari, Ronny Lesmana and Jutti Levita. 2020. Inhibitory Activity of Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. Rhizome towards the Expression of Akt and NF-KappaB p65 in Acetic Acid-Induced Wistar Rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 1-13.

AruneeThitithanyanont. 2020. High-content screening of Thai medicinal plants reveals Boesenbergia rotunda extract and its component Panduratin A as anti-SARS-CoV-2 agents. Nature research, 10 (1). 1-12.

Andresa Aparecida Berretta, Marcelo Augusto Duarte Silveira, José Manuel Cóndor Capcha and David De Jong. 2020. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease: Running title: Propolis against SARS-CoV-2 infection and COVID-19. Biomedicine & Pharmacotherapy, 131. 1-16.

Michiels C, Raes M, Toussaint O and Remacle J. 1994. Importance of Se-glutathione peroxidase, catalase and Cu/Zn-SOD for Cell survival against oxidative stress. Free Radical Biology and Medicine, 17 (3). 235-248.

Marcelo Augusto Duarte Silveira, David De Jong, Andresa Aparecida Berretta and Erica Batista dos SantosGalvão. 2021. Efficacy of Brazilian green propolis (EPP-AF®) as an adjunct treatment for hospitalized COVID-19 patients: A randomized, controlled clinical trial. Biomedicine & Pharmacotherapy, 138. 1-9.

Phongthon Kanjanasirirat, Ampa Suksatu, Suwimon Manopwisedjaroen, Bamroong Munyoo, Patoomratana Tuchinda, Kedchin Jearawuttanakul, et al. 1994. Product optimization: approaches and applications, p 94-136. Ch.5 in Measurement of Food Preferences, H.J.H. MacFie and D.M.H. Thomson (ed).

Szezesniak, A.S. and A. Kramer. 1973. Texture Measurements of Foods. D. Reidel Publishing Company, Holland.

ภาคผนวก

1. แบบสอบถามด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

ตัวอย่าง เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้อบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การทดสอบการยอมรับและความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ชากระชายขาว

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่ตรงกับท่านมากที่สุด

1. เพศ

[ ] ชาย [ ] หญิง

2. อายุ

[ ] น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี [ ] 21-30 ปี

[ ] 31-40 ปี [ ] 41-50 ปี

[ ] 51-60 ปี [ ] มากกว่า 60 ปี

3. ระดับการศึกษา

[ ] ประถมศึกษา [ ] มัธยมศึกษาตอนต้น

[ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. [ ] อนุปริญญา / ปวส.

[ ] ปริญญาตรี [ ] สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

[ ] นักเรียน / นักศึกษา [ ] ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ

[ ] พนักงานบริษัทเอกชน [ ] รับจ้างทั่วไป

[ ] แม่บ้าน [ ] อื่นๆ โปรดระบุ.....

[ ] ธุรกิจส่วนตัว โปรดระบุ.....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

[ ] ต่ำกว่า 5000 บาท [ ] 5000 – 10,000 บาท

[ ] 10,001 – 15,000 บาท [ ] 15,001 – 20,000 บาท

[ ] มากกว่า 20,000 บาท [ ] ไม่มีรายได้

ส่วนที่ 2 การทดสอบการยอมรับและความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างชาต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบตามลำดับคะแนนที่ได้ กำหนดไว้ด้านล่างตามปัจจัยคุณภาพ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

2.1 การยอมรับในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	สี	กลิ่นโดยรวม	รสชาติ	ความยืดหยุ่น	ความรู้สึกหลังกลืน	ความชอบโดยรวม
001						
002						
003						
004						
005						
006						
007						
008						
009						
010						

ข้อเสนอแนะ.....

2.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับลำดับความชอบของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฟ้าทะลายโจรและกระชายขาวร่วมกับโพรพอลิส

รหัสตัวอย่าง	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010
ลำดับความชอบ										

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-นามสกุล : (ภาษาไทย) นางสาวสุนีย์ แวมะ
(ภาษาอังกฤษ) Miss Sunee Waema
ตำแหน่งปัจจุบัน : นักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี
สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) : หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
โทรศัพท์/โทรสาร : 073-299699 ต่อ 73201 **E-mail :** sunee.w@yru.ac.th
โทรศัพท์/โทรสาร 086-2841057

<u>ประวัติการศึกษา</u> (ปริญญาตรี – เอก ; สาขา และสถาบัน)

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับการศึกษา	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเทศ
2550	ปริญญาตรี (วท.บ.)	เคมี-ชีววิทยา	สงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี	ไทย
2553	ปริญญาโท (วท.ม.)	วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	สงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี	ไทย

<u>ผลงานวิจัย</u>

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๔). การศึกษาสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากต้นโคลงด้วยเทคนิค HPTLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร (Identification of Phenolic Compounds in *Melastoma malabathricum* (L.) Extract by HPTLC Technique and their Food Pathogenic Bacteria Activities). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, ปีที่ ๖ ฉบับที่ ๑ (มกราคม-มิถุนายน), หน้า ๘๑-๙๐.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, รุสนี ปูแล และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๓). ประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี. รานงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ ๕

“วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม”. ระหว่างวันที่ ๖-๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, หน้า ๑๓๘๔ – ๑๓๙๘.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สุนีย์ แวมะ, ปาซิยะห์ แสแวง และอิมรอน มีชัย. (๒๕๖๒). ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเอกลักษณ์ทีแอลซีสมรรถนะสูงและการวิเคราะห์ทางทีแอลซีสมรรถนะสูงของสารสกัดหยาบอะซิโตนจากดอกดาหลา. รายงานวิจัยแบบต่อเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ ๔ “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบูรณาการท้องถิ่น อย่างยั่งยืน”. ๗-๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒ หน้า ๘๐๓-๘๑๒.

วรรณกัษมา ฮารน, อลภา ทองไชย, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๒). การกาจัดโลหะหนักมีพิษในน้ำโดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเป็นตัวดูดซับ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ๒๔(๒), หน้า ๖๔๔-๖๖๔.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สุนีย์ แวมะ, พาอีซ๊ะ สาและ และอิสละห์ สาเตาะ. (๒๕๖๐). ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นกายของสารส้มร่วมกับสารสกัดสมุนไพรในท้องถิ่น. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยฟาฏอนี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๖๑: ๑๘ ตุลาคม ๒๕๖๐, หน้า ๑๘๐๗-๑๘๒๑

สุนีย์ แวมะ, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สารีนา สาและ. (๒๕๖๐). การศึกษาตัวทำละลายต่อการสกัดสารในเปลือกลูกหยีที่มีผลต่อการยับยั้ง Escherichia coli. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยฟาฏอนี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๖๑: ๑๘ ตุลาคม ๒๕๖๐, หน้า ๑๗๘๖-๑๗๙๓

อัฟนาน มอลอ, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และ สุนีย์ แวะมะ. (๒๕๕๙). Separating Aluminium from Laminated Packaging to Produce Alum. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ การนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี “คุณภาพผู้เรียน คุณภาพครู”: ๑๑-๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙.

A. Benhawan, S. Waema., S. Sama and N. Sideh. (๒๕๕๘). “Effect of extraction solvent and inhibit food pathogenic bacteria activity of *Sennaalata* (L.) Roxb.”. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ครั้งที่ ๓ ระหว่างวันที่ ๒๘-๒๙ พฤษภาคม ๒๕๕๘ ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ข. ผลงานอื่น ๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

-

ค. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

- การแยกอะลูมิเนียมจากซองพลาสติกลามิเนตเพื่อผลิตสารส้ม

ง. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ (สามารถตอบได้มากว่า 1 สาขา)

- การทดสอบการต้านอนุมูลอิสระ การทดสอบการต้านเชื้อ

จ. ภาระงานในปัจจุบัน

1. งานประจำ : นักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี

2. งานวิจัยที่รับผิดชอบในปัจจุบัน : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงเท้าจากสารสกัดของพืชในท้องถิ่นสามจังหวัดชายแดนใต้

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ชื่อ-นามสกุล : (ภาษาไทย) นางอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน
(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Aeesoh Benhawan
ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์
สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) : หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
โทรศัพท์/โทรสาร : 073-299699 ต่อ 73201 **E-mail :** aeesoh.b@yru.ac.th
โทรศัพท์/โทรสาร : 089-2009250

<u>ประวัติการศึกษา</u> (ปริญญาตรี – เอก ; สาขา และสถาบัน)

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับการศึกษา	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเทศ
2550	ปริญญาตรี (วท.บ.)	เคมี	สงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่	ไทย
2552	ปริญญาโท (วท.ม.)	เคมีอินทรีย์	สงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่	ไทย

<u>ผลงานวิจัย</u>

ฉ. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, ฟารีดา หะยีเย๊ะ และเมมุน ซัตตาร์. (๒๕๖๕). จลศาสตร์และรูปแบบการดูดซับสีย้อมโรดามีน บีบนคาร์บอนกัมมันต์จากชานอ้อยที่ถูกปรับปรุง (Kinetic and Isotherms of Adsorption of Rhodamine B on Modified-Bagasse Activated Carbon). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, ปีที่ ๗ ฉบับที่ ๑ (มกราคม-มิถุนายน), หน้า *ยังไม่ระบุ*. (ตอบรับเมื่อวันที่ ๒๐ เมษายน ๒๕๖๔)

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๔). การศึกษาสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากต้นโคลงเคลงด้วยเทคนิค HPTLC และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร (Identification of Phenolic Compounds in *Melastoma malabathricum* (L.) Extract by HPTLC Technique and their Food Pathogenic Bacteria Activities). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, ปีที่ ๖ ฉบับที่ ๑ (มกราคม-มิถุนายน), หน้า ๘๑-๙๐.

สายใจ แก้วอ่อน, และอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน. (๒๕๖๓). สารสกัดดาหลาและฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium.* รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ *“ราชภัฏกรุงเก่า” ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓* ระหว่างวันที่ ๑๕ – ๑๖ ธันวาคม ๒๕๖๓. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, หน้า ๓๕๕-๓๖๑.

Fareeda Hayeeye, Memoon Sattar and Aeesoh Benhawan. (๒๐๒๐). Optimization of Preparation Conditions and Characterization for Dialium cochinchinensis Seed Activated Carbon. Proceedings of The ๕ th RSU International Research Conference on Science and Technology, Social Science, and Humanities ๒๐๒๐ on May ๑, ๖๘๑ - ๖๘๖.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, รุสนี ปูแล และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๓). ประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี. รานงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ ๕ “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม”. ระหว่างวันที่ ๖-๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, หน้า ๑๓๘๔ – ๑๓๙๘.

เมมุน ซัตตาร์, ฟารีดา หะยีเย๊ะ และอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน. (๒๕๖๒). การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของถ่านกัมมันต์จากเปลือกลูกหยี. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ ๑๖ ระหว่างวันที่ ๓ – ๔ ธันวาคม ๒๕๖๒, หน้า ๒๘๑๑ – ๒๘๑๘.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สุนีย์ แวมะ, ปาซิยะห์ แสแวง และอิมรอน มีชัย. (๒๕๖๒). ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเอกลักษณ์ทีแอลซีสมรรถนะสูงและการวิเคราะห์ทางทีแอลซีสมรรถนะสูงของสารสกัดหยาบอะซิโตนจากดอกดาหลา. รายงานวิจัยแบบต่อเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ ๔ “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบูรณาการท้องถิ่น อย่างยั่งยืน”. ๗-๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒ หน้า ๘๐๓-๘๑๒.

วรรณกัษมา ฮารน, อลภา ทองไชย, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และสุนีย์ แวมะ. (๒๕๖๒). การกาจัดโลหะหนักมีพิษในน้ำโดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเป็นตัวดูดซับ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ๒๔(๒), หน้า ๖๔๔-๖๖๔.

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สุนีย์ แวมะ, พาอีซ๊ะ สาและ และอิสละห์ สาเตาะ. (๒๕๖๐). ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดกลิ่นกายของสารส้มร่วมกับสารสกัดสมุนไพรในท้องถิ่น. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยฟาฏอนี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๖๑: ๑๘ ตุลาคม ๒๕๖๐, หน้า ๑๘๐๗-๑๘๒๑

สุนีย์ แวมะ, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน, สารีนา สาและ. (๒๕๖๐). การศึกษาตัวทำละลายต่อการสกัดสารในเปลือกลูกหยีที่มีผลต่อการยับยั้ง Escherichia coli. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ

ระดับชาติ เครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยฟาฏอนี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๖๑: ๑๘ ตุลาคม ๒๕๖๐, หน้า ๑๗๘๖-๑๗๙๓

ไมซาตุลอักมาน ท่าดะ, อรวรรณ ทิพย์มณี และอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน. (๒๕๖๐). การรักษาสภาพน้ำยางด้วยน้ำขี้เถ้าและการจับตัวของน้ำยางด้วยน้ำมะพร้าวหมัก. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๒ ด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช: ๑๓-๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐, หน้า ๒๑๒-๒๑๗.

อัฟนาน มอลอ, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และ สุนีย์ แวะมะ. (๒๕๕๙). Separating Aluminium from Laminated Packaging to Produce Alum. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ การนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี “คุณภาพผู้เรียน คุณภาพครู”: ๑๑-๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙.

A. Benhawan, S. Waema., S. Sama and N. Sideh. (๒๕๕๘). “Effect of extraction solvent and inhibit food pathogenic bacteria activity of *Sennaalata* (L.) Roxb.”. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ครั้งที่ ๓ ระหว่างวันที่ ๒๘-๒๙ พฤษภาคม ๒๕๕๘ ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ช. ผลงานอื่น ๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

-

ช. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

อัฟนาน มอลอ, อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน และ สุนีย์ แวะมะ. (๒๕๕๙). Separating Aluminium from Laminated Packaging to Produce Alum. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ การนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี “คุณภาพผู้เรียน คุณภาพครู”: ๑๑-๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙.

ฌ. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ (สามารถตอบได้มากว่า 1 สาขา)

เคมีอินทรีย์และเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

ญ. ภาระงานในปัจจุบัน

1. งานประจำ : อาจารย์ สาขาวิชาเคมี

2. งานวิจัยที่รับผิดชอบในปัจจุบัน : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงเท้าจากสารสกัดของพืชในท้องถิ่นสามจังหวัดชายแดนใต้