Research Article
Journal of Vocational Education in Agriculture Vol. 9 ● No. 1 • January – June 2025

ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของน้ำผึ้งโพรงและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอม

Antibacterial Activity of Honey from Bee (*Apis cerana*) and Candy Product Development

พัชรี หลุ่งหม่าน[1*] ชวนพิศ เรืองจรัส[1] วีณา จิรัตฐิวรุตม์กุล ชัยสาร[1]
ดอกรัก ชัยสาร[1] มิติ เจียรพันธุ์[1] ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร[1]
และ จีรนันท์ กล่อมนรา แก้วรักษา[2]
Patcharee Lungmann[1*], Chuanpit Ruangcharus[1],
Weena Jirattiwarutkul Chaisarn[1], Dorkrak Chaisarn[1], Miti Jearaphunt[1],
Sakchai Kamarangul[1] and Cheeranan Klomnara Kaewruksa[2]

Received: 8 July 2024
Revised: 27 November 2024
Accepted: 6 January 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติการต้านแบคทีเรียของน้ำผึ้งโพรง แล้วนำน้ำผึ้งโพรงมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้ง ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งโพรงของกลุ่มเลี้ยงผึ้งตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆด้วยวิธีมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าน้ำผึ้งโพรงยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใสการยับยั้ง (Inhibition zone) เท่ากับ 27±0.40 และ 23±0.45 มิลลิเมตรตามลำดับ แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus subtilis* และองค์ประกอบของน้ำผึ้งโพรงมีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตส 309.46±2.75 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำตาลซูโครส 296.04±26.89 มิลลิกรัมต่อกรัม ไม่พบน้ำตาลกลูโคสและไซโลส มีเถ้าเพียงเล็กน้อยเท่ากับ 0.04±0.00 เปอร์เซ็นต์ (wt.) ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกอมทั้ง 13 สูตร มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 28.71±0.01 ถึง 40.98±0.04 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 3.45±0.02 ถึง 15.19±0.01 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 0.98±0.02 ถึง 14.00±0.05

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี ประเทศไทย 84100
[1]Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani, Thailand, 84100
[2]คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี ประเทศไทย 84100
[2]Faculty of Humanities and Social Sciences, Suratthani Rajabhat University, Suratthani, Thailand, 84100
[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: patcharee.lun@sru.ac.th

มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 43.50±0.00 ถึง 83.20±0.60 สูตรลูกอมที่ผู้บริโภคพึงพอใจมากที่สุดประกอบด้วยไอโซมอลต์ 60 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้ง 30 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะนาว 15 เปอร์เซ็นต์ แป้ง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเกลือ 0.2 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย น้ำผึ้งโพรง ลูกอมน้ำผึ้ง วิธี disc diffusion

ABSTRACT

This research aimed to study the antibacterial properties of honey and develop honey candy which study physical and chemical properties of honey bee (*Apis cerana*) from Bee keeping Group, Pang Wan subdistrict, Phato district, Chumphon province. Honey bee was quantitative analyzed following the standard method. The results indicated that the honeybee could inhibit *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* with the highest inhibition zone at 27±0.40 and 23±0.45 mm., respectively but it could not inhibit *Bacillus subtilis*. Various components of honey bee: Fructose and sucrose content were 309.46±2.75 and 296.04±26.89 mg/g, respectively. Glucose and xylose were not found. The nitrogen content as 0.034±0.00 percent (wt.). Ash exhibited the lowest content as 0.04±0.00 percent (wt.). Physical properties in 13 recipes of honey candy consist of L*, a*, b* were 28.71±0.01 to 40.98±0.04, 3.45±0.02 to 15.19±0.01, 0.98±0.02 to14.00±0.05, respectively. Hardness was 43.50±0.00 to 83.20±0.60 (no unit). The honey candy recipe for the highest customer satisfaction was 60 percent isomalt, 30 percent honey, 15 percent lemon juice, 0.5 percent starch and 0.2 percent salt.

Keywords: Antibacterial Activity; Hollow Bee Honey; Honey Candy; Disc Diffusion Method

บทนำ

น้ำผึ้งเป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติที่ผึ้งผลิตขึ้นจากน้ำหวานของดอกไม้ มีรสชาติหวาน และมีความหนืด ส่วนประกอบของน้ำผึ้งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดอกไม้ แหล่งที่มา ฤดูกาล และปัจจัยสิ่งแวดล้อม [1-3] โดยส่วนใหญ่จะมีน้ำตาลหลายชนิด เช่น ฟรักโทส 41% กลูโคส 34% และซูโครส 1-2% น้ำประมาณร้อยละ 20 น้ำตาล เช่น กลูโคส ฟรักโทส และลีวูโลส กรดกลูโคนิก วิตามิน เช่น ไรโบฟลาวิน ไนอะซิน วิตามินซี นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เอนไซม์ ไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว แร่ธาตุ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส [4,5] น้ำผึ้งมีคุณสมบัติทางยาคือ สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดได้ เพราะน้ำผึ้งมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง ซึ่งความเข้มข้นจะช่วยกำจัดปริมาณน้ำที่แบคทีเรียใช้ในการเจริญเติบโต รวมถึงน้ำผึ้งมีความเป็นกรดสูงและมีปริมาณโปรตีนต่ำ ซึ่งทำให้แบคทีเรียไม่ได้รับไนโตรเจนที่จำเป็น นอกจากนี้น้ำผึ้งยังมีสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งจะมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย [6-8] มนุษย์จึงนำน้ำผึ้งมาใช้เป็นส่วนผสมในตำรับยาแผนโบราณ ได้แก่ ยาลูกกลอน และตำรับยาแผนโบราณอื่นๆอีกหลายชนิด รวมทั้งเครื่องสำอาง และอาหารเสริม เป็นต้น ทั้งนี้สรรพคุณทางยาของน้ำผึ้งขึ้นอยู่กับแหล่งอาหารและดอกไม้ ฤดูกาล กระบวนการเก็บเกี่ยว และชนิดของผึ้ง สำหรับน้ำผึ้งโพรงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรหมู่ที่ 3 ตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร นำมาบรรจุขวดเพื่อจำหน่ายแต่ยังไม่มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีซึ่ง

มุ่งเน้นงานวิจัยที่จะร่วมพัฒนาและเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรท้องถิ่น จึงได้นำน้ำผึ้งโพรงที่ในชุมชนท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นลูกอมน้ำผึ้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยอื่นๆ ช่วยส่งเสริมเกษตรกรให้เลี้ยงผึ้งเพื่อเพิ่มรายได้ และทำให้เกิดการอนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งโพรงเกิดความสมดุลทางระบบนิเวศวิทยาและรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าได้อย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาการต้านแบคทีเรียของน้ำผึ้งโพรง

1.1 การเตรียมน้ำผึ้งโพรง

น้ำผึ้งโพรงผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงผึ้งโพรง หมู่ที่ 3 ตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ซึ่งเลี้ยงแบบระบบเปิดในพื้นที่สวนผลไม้และสวนปาล์ม นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นโดยอัตราส่วนน้ำผึ้งต่อน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 1:0, 1:1, 1:2 และ 1:3

1.2 ประสิทธิภาพของน้ำผึ้งโพรงต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Paper Disc Diffusion [9] และใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) โดยนำน้ำผึ้งโพรงที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1:0, 1:1, 1:2 และ 1:3 หยดบนแผ่นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ทิ้งให้แห้ง ตัวควบคุมเชิงลบ (negative control) คือตัวทำละลายที่ใช้ละลายน้ำผึ้ง ตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) คือยาปฏิชีวนะ streptomycin ความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อแผ่นทดสอบ จากนั้นใช้ไม้พันสำลีปราศจากเชื้อเกลี่ยเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ที่ความขุ่น (OD_{660}) 0.5 ให้ทั่วจานอาหาร Nutrient agar ทิ้งไว้ 10 นาที จนกระทั่งผิวหน้าอาหารแห้ง แล้ววางแผ่นทดสอบลงบนผิวหน้าอาหาร โดยวาง 2 ตำแหน่งต่อหนึ่งจานเพาะเชื้อ ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลการทดสอบโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนการยับยั้ง (inhibition zone) ในหน่วยมิลลิเมตร

1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้งโพรง

การวิเคราะห์ชนิดน้ำตาล ไนโตรเจน และเถ้า ซึ่งรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์มีดังนี้

1.3.1 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณน้ำตาล ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และไซโลส ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC: Refractive Index Detector) โดยตัวทำละลายที่ใช้ในการชะ (mobile phase) คือ acetonitrile:water อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตรต่อปริมาตร อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ปริมาตรที่ฉีด 20 ไมโครลิตร คอลัมน์ชนิด Zorbax NH_2 ช่วงความเข้มข้นกราฟมาตรฐาน 2,500-20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการเตรียมตัวอย่างชั่งน้ำผึ้ง 0.1 กรัม เจือจางด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน (Deionized water; DI) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร กรองด้วย Nylon membrane ขนาด 0.22 ไมโครเมตร

1.3.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ใช้เครื่องมือทดสอบ Total Nitrogen Analyzer, Kjeltec 8400, FOSS, Denmark โดยวิธี Kjeldahl method ตามคู่มือ AOAC (2000) และวิเคราะห์ปริมาณเถ้าด้วยวิธี Gravimetric method ตามคู่มือ AOAC (1990)

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้งโพรง

การผลิตลูกอมน้ำผึ้ง วิธีการดัดแปลงจาก [10] ออกแบบสูตรลูกอมน้ำผึ้งด้วยวิธี Plackett & Burman มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 5 ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ (ระดับต่ำและระดับสูง) ได้แก่ ไอโซมอลต์ (60-70 กรัม)

น้ำผึ้ง (20-30 กรัม) น้ำมะนาว (5-15 กรัม) แป้ง (0.5-1 กรัม) และเกลือ (0.1-0.2 กรัม) จากทฤษฎีของ Plackett & Burman สามารถออกแบบสูตรการทดลองได้ทั้งหมด 12 สูตร สูตรเริ่มต้น 1 สูตร รวมเป็น 13 สูตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สูตรลูกอมน้ำผึ้งออกแบบการทดลองด้วยวิธี Plackett & Burman

สูตรที่	ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม)				
	ไอโซมอลต์	น้ำผึ้ง	น้ำมะนาว	แป้ง	เกลือ
1	70	20	15	0.5	0.1
2	60	20	5	0.5	0.1
3	60	20	15	1	0.2
4	60	20	5	1	0.2
5	60	30	5	0.5	0.1
6	70	20	15	1	0.1
7	60	30	15	1	0.1
8	70	30	5	1	0.1
9	60	30	15	0.5	0.2
10	70	20	5	0.5	0.2
11	70	30	15	0.5	0.2
12	70	30	5	1	0.2
13*	65	25	10	0.75	0.15

หมายเหตุ: * สูตรเริ่มต้น

นำส่วนผสมแต่ละสูตรมาเติมน้ำ 20 มิลลิลิตร ผสมลงในภาชนะและตั้งไฟ เคี่ยวโดยใช้ความร้อน 200 องศาเซลเซียส ทดสอบการคงรูปของสารละลายโดยหยดลงในน้ำ หากเป็นก้อนกลมให้ปิดไฟแล้วเทส่วนผสมทั้งหมดใส่พิมพ์ รอจนเซ็ทแข็งตัวประมาณ 15-30 นาที แกะออกจากแม่พิมพ์และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปประเมินทางประสาทสัมผัส วัดความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่อง Hardness Tester และวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Konica Minolta แสดงเป็น *L, *a และ *b (ค่า *L เป็นดัชนีของความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว; ค่า *a เป็นสีแดงเมื่อค่าเป็นบวกหรือสีเขียวเมื่อค่าเป็นลบ; ค่า *b เป็นสีเหลืองเมื่อค่าเป็นบวกหรือสีน้ำเงินเมื่อค่าเป็นลบ) สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และบุคคลทั่วไป ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) เพื่อหาผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้งที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของน้ำผึ้งโพรงต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

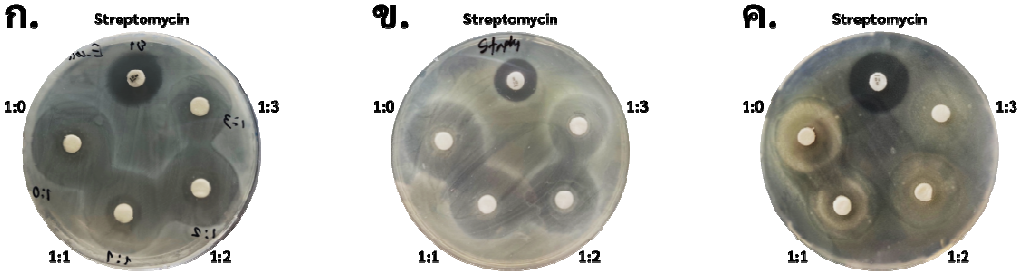
จากการนำน้ำผึ้งโพรงที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชน กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรง ตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร มายับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยวิธี Paper Disc Diffusion ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 1 พบว่าน้ำผึ้งโพรงสามารถยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus*

แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *Bacillus subtilis* ได้ โดยประสิทธิภาพการยับยั้งจะลดลงตามอัตราส่วนการเจือจางของน้ำผึ้งโพรง น้ำผึ้งโพรงบริสุทธิ์ (1:0) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดีสุด ให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใสการยับยั้ง (Inhibition zone) เท่ากับ 27±0.40 และ 23±0.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ อัตราส่วนการเจือจางน้ำผึ้งโพรงกับน้ำกลั่น 1:1, 1:2 และ 1:3 ยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใสการยับยั้งเท่ากับ 26±0.35, 22±0.45 และ 20±0.30 มิลลิเมตรตามลำดับ และยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใสการยับยั้งเท่ากับ 21±0.20, 20±0.50 และ 18±0.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการยับยั้ง *E. coli* และ *S. aureus* โดยน้ำผึ้งโพรง

แบคทีเรียทดสอบ	อัตราส่วนน้ำผึ้งเจือจางด้วยน้ำกลั่น ขนาดโซนใสการยับยั้งการเจริญ (มิลลิเมตร)±SD				
	Streptomycin	1:0	1:1	1:2	1:3
Escherichia coli	20±0.25	27±0.40	26±0.35	22±0.45	20±0.30
Staphylococcus aureus	14±0.50	23±0.45	21±0.20	20±0.50	18±0.35
Bacillus subtilis	23±0.45	0	0	0	0

หมายเหตุ: 0 ไม่ยับยั้ง; 1:0, 1:1, 1:2, 1:3 คืออัตราส่วนการเจือจางน้ำผึ้งโพรงกับน้ำกลั่น;
Streptomycin คือยาปฏิชีวนะ (ชุดควบคุมเชิงบวก)



ภาพที่ 1 แสดงโซนใสการยับยั้งแบคทีเรียโดยน้ำผึ้งโพรง
ก .*Escherichia coli* ข .*Staphylococcus aureus* ค. *Bacillus subtilis*

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำผึ้งโพรง

2.1 ปริมาณน้ำตาลของน้ำผึ้งโพรง วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าน้ำผึ้งประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตส 309.46±2.75 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำตาลซูโครส 296.04±26.89 มิลลิกรัมต่อกรัม ไม่พบน้ำตาลกลูโคสและไซโลส

2.2 ปริมาณไนโตรเจนของน้ำผึ้งโพรง วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Total Nitrogen Analyzer พบว่าน้ำผึ้งโพรงมีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.034±0.00 เปอร์เซ็นต์ (wt)

2.3 ปริมาณเถ้าของน้ำผึ้งโพรง พบว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของน้ำผึ้งโพรงเท่ากับ 0.04±0.00 เปอร์เซ็นต์ (wt)

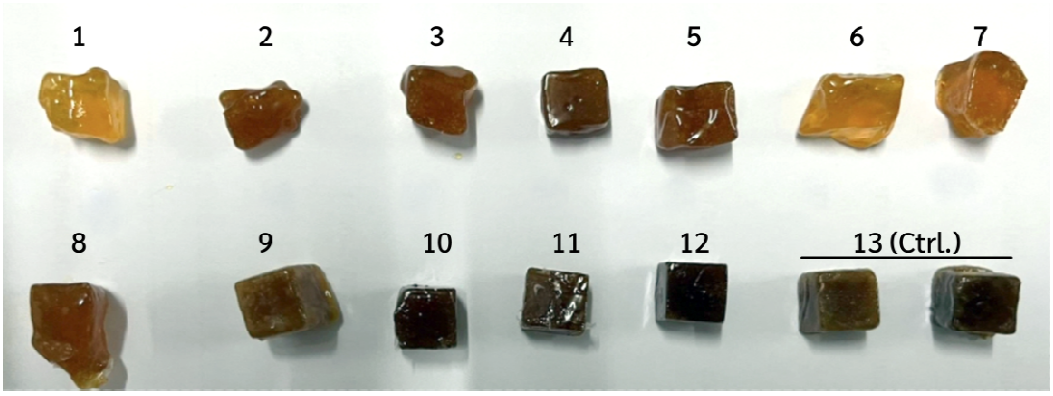
3. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้งโพรง

จากการออกแบบสูตรลูกอมน้ำผึ้งด้วยวิธี Plackett & Burman ลักษณะทางกายภาพของลูกอมน้ำผึ้งโพรง ได้แก่ ค่าความแข็งและค่าสีแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 2 พบว่าส่วนผสมของลูกอมน้ำผึ้งที่มีปริมาณต่างกัน ส่งผลให้ค่า L* a* b* และค่าความแข็งมีความแตกต่างกัน โดยค่าความแข็งของลูกอมทั้ง 13 สูตรอยู่ในช่วง 43.50±0.00 ถึง 83.20±0.60 ความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 28.71±0.01 ถึง 40.98±0.04 ค่าความเป็นสีแดง (a*) 3.45±0.02 ถึง15.19±0.01 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 0.98±0.02 ถึง 14.00±0.05

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพลูกอมน้ำผึ้ง ออกแบบสูตรลูกอมด้วยวิธี Plackett & Burman

สูตรที่	ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม)					ลักษณะทางกายภาพ			
	ไอโซมอลต์	น้ำผึ้ง	น้ำมะนาว	แป้ง	เกลือ	ความแข็ง (Hardness) (IRHD N)	ค่าความสว่าง (Lightness) (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
1	70 (1)	20 (-1)	15 (1)	1 (1)	0.1 (-1)	48.20±0.10^{j}	40.70±0.05^{a}	10.04±0.01^{d}	11.75±0.05^{b}
2	60 (-1)	20 (-1)	5 (-1)	0.5 (-1)	0.1 (-1)	63.60±0.10^{g}	36.20±0.10^{b}	4.45±0.15^{i}	3.76±0.01^{g}
3	60 (-1)	20 (-1)	15 (1)	0.5 (-1)	0.2 (1)	52.00±0.10^{i}	33.51±0.02^{c}	8.05±0.10^{f}	1.03±0.01^{k}
4	60 (-1)	20 (-1)	5 (-1)	1 (1)	0.1 (-1)	64.90±0.10^{h}	35.42±0.01^{b}	5.00±0.01^{h}	3.65±0.02^{g}
5	60 (-1)	30 (1)	5 (-1)	1 (1)	0.2 (1)	83.20±0.60^{a}	28.71±0.01^{d}	7.03±0.02^{g}	2.43±0.02^{h}
6	70 (1)	20 (-1)	15 (1)	1 (1)	0.2 (1)	47.30±1.20^{j}	33.86±1.67^{c}	10.25±0.10^{c}	10.35±0.10^{c}
7	60 (-1)	30 (1)	15 (1)	1 (1)	0.1 (-1)	43.50±0.00^{k}	35.66±0.02^{b}	10.83±0.01^{b}	8.45±0.01^{e}
8	70 (1)	30 (1)	5 (-1)	1 (1)	0.2 (1)	69.80±0.20^{e}	33.37±0.46^{c}	10.70±0.10^{b}	6.73±0.10^{f}
9	60 (-1)	30 (1)	15 (1)	0.5 (-1)	0.2 (1)	72.00±0.00^{d}	40.98±0.04^{a}	15.19±0.01^{a}	14.00±0.05^{a}
10	70 (1)	20 (-1)	5 (-1)	0.5 (-1)	0.2 (1)	79.70±0.40^{b}	33.70±0.40^{c}	3.73±0.07^{j}	1.62±0.01^{j}
11	70 (1)	30 (1)	15 (1)	0.5 (-1)	0.1 (-1)	78.00±0.50^{c}	30.18±0.01^{e}	3.54±0.02^{j}	0.98±0.02^{k}
12	70 (1)	30 (1)	5 (-1)	0.5 (-1)	0.1 (-1)	80.20±0.00^{b}	32.91±0.01^{c}	3.45±0.02^{j}	1.92±0.02^{i}
13	65 (0)	25 (0)	10 (0)	0.75 (0)	0.15 (0)	74.80±0.10^{f}	32.88±0.09^{c}	9.12±0.01^{e}	9.88±0.02^{d}

หมายเหตุ: อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05



ภาพที่ 2 ลักษณะสีลูกอมน้ำผึ้ง13 สูตร

4. ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้งทั้งหมด 13 สูตร ที่มีส่วนผสมของไอโซมอลต์ น้ำผึ้ง น้ำมะนาว แป้งและเกลือ ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ จำนวน 15 คน ด้วยวิธีการให้ คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับดังตารางที่ 4 พบว่าสูตรที่ 9 มีส่วนผสมของไอโซมอลต์ 60 เปอร์เซนต์ น้ำผึ้ง 30 เปอร์เซนต์ น้ำมะนาว 15 เปอร์เซนต์ แป้ง 0.5 เปอร์เซนต์ เกลือ 0.2 เปอร์เซนต์ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมมากสุดเฉลี่ย 7.87±1.46 ด้านกลิ่นรสชาติและเนื้อสัมผัสมีค่า 8.20±0.77, 7.93±1.28 และ 7.47±1.51 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกอมน้ำผึ้งทั้งหมด 13 สูตร

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมลูกอม (N=15)												
	สูตร1	สูตร2	สูตร3	สูตร4	สูตร5	สูตร6	สูตร7	สูตร8	สูตร9	สูตร10	สูตร11	สูตร12	สูตร13
สี	6.80±0.56^{abc}	8.33±0.82^{a}	7.40±0.63^{abc}	7.93±1.22^{ab}	7.00±2.42^{abc}	7.00±2.54^{abc}	7.33±1.84^{abc}	6.73±0.59^{abc}	6.87±2.56^{abc}	6.80±2.51^{abc}	7.73±0.59^{abc}	5.87±1.85^{b}	5.73±1.94^{c}
กลิ่น	6.40±0.51^{e}	7.33±1.05^{bc}	7.40±1.12^{bc}	7.27±1.10^{bcd}	7.27±1.10^{bcd}	8.47±0.52^{a}	8.27±0.80^{a}	6.87±0.83^{de}	8.20±0.77^{a}	8.00±0.85^{abc}	7.53±1.30^{bc}	5.73±0.46^{f}	7.13±1.19^{cd}
รสชาติ	8.00±1.00^{a}	7.33±1.18^{ab}	7.07±1.39^{ab}	7.07±1.53^{ab}	6.87±1.51^{ab}	7.80±1.15^{ab}	7.80±1.32^{ab}	5.73±0.96^{c}	7.93±1.28^{ab}	7.73±1.16^{ab}	7.13±1.46^{ab}	4.87±1.46^{c}	6.33±1.84^{bc}
เนื้อสัมผัส (ความแข็ง)	4.40±1.76^{cd}	6.60±1.64^{a}	6.80±1.82^{a}	7.07±1.53^{a}	7.00±1.46^{a}	7.60±1.35^{a}	7.60±1.45^{a}	4.47±1.77^{bc}	7.47±1.51^{a}	7.73±1.28^{a}	7.60±1.35^{a}	4.33±1.84^{d}	6.80±1.66^{a}
ความชอบโดยรวม	6.13±1.19^{ab}	6.73±1.62^{ab}	6.73±1.62^{ab}	6.47±1.96^{ab}	6.87±1.73^{ab}	7.53±1.51^{ab}	7.47±1.64^{ab}	5.73±0.46^{b}	7.87±1.46^{a}	7.73±1.28^{a}	6.87±1.81^{ab}	5.27±1.49^{bc}	6.93±1.71^{ab}

หมายเหตุ: อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

น้ำผึ้งโพรงที่ผลิตโดยกลุ่มเลี้ยงผึ้งตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของ *Bacillus subtilis* จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียโดยน้ำผึ้งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* สอดคล้องกับงานวิจัยของ Anthimidou และ Mossialos [11] รายงานว่าน้ำผึ้งจากผึ้งสายพันธุ์ *A. mellifera, A. serena* และ *A. dorsata* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* ที่แยกจากบาดแผล ให้ค่าขนาดโซนใสการยับยั้งเท่ากับ 13, 8 และ 22 มิลลิเมตรตามลำดับ และมีงานวิจัยสนับสนุนการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus, E. coli, Proteus mirabilis* และ *Pseudomonas* [12-15] น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานที่มีความสามารถในการต้านแบคทีเรีย ซึ่งมีรายงานตั้งแต่ปี ค.ศ.1892 ได้นำน้ำผึ้งมาใช้รักษาอาการติดเชื้อจากแบคทีเรียและป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ต่างๆ เนื่องจากน้ำผึ้งมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สภาพความเป็นกรดด่างต่ำ มีเมธิลไกลออกซอล (methylglyoxal) และเปปไทด์จึงยับยั้งจุลชีพได้ [16] น้ำผึ้งโพรงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น เขตพื้นที่ ฤดูกาลและชนิดของเกสรดอกไม้ ด้วยคุณภาพน้ำผึ้งโพรงของตำบลปังหวานที่มีพื้นที่สวนกึ่งป่า สวนผลไม้ และภูเขา น้ำผึ้งโพรงจึงน่าจะมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี และชีวภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

องค์ประกอบของน้ำผึ้งพบน้ำตาลฟรุคโตส 309.46±2.75 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำตาลซูโครส 296.04±26.89 มิลลิกรัมต่อกรัม ไนโตรเจนเท่ากับ 0.034±0.00 เปอร์เซ็นต์ (wt) และเถ้า 0.04±0.00 เปอร์เซ็นต์ (wt) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าน้ำผึ้งโพรงมีคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐาน มผช.263/2547 คือพบน้ำตาลซูโครสไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และน้ำตาลรีดิวซิ่งไม่น้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก องค์ประกอบ ของน้ำผึ้งโดยทั่วไปส่วนประกอบที่หลากหลาย ได้แก่ น้ำตาล 80-89 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน กรดแอมิโน 0.1-0.4 เปอร์เซ็นต์ เอนไซม์ กรดอินทรีย์ วิตามิน เกลือแร่ ฟิโนลิก สารประกอบที่ระเหยได้ และน้ำ 15-17 เปอร์เซ็นต์

[17-19] ลูกอมมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 43.50±0.00 ถึง 83.20±0.60 ความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 28.71±0.01 ถึง 40.98±0.04 ค่าความเป็นสีแดง (a*) 3.45±0.02 ถึง 15.19±0.01 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 0.98±0.02 ถึง 14.00±0.05 โดยไอโซมอลต์ น้ำผึ้ง และเกลือ มีผลส่งเสริมความแข็งของลูกอม หากเพิ่มปริมาณมากขึ้นทำให้ความแข็งของลูกอมเพิ่มมากขึ้น ส่วนน้ำมะนาวและแป้งเป็นปัจจัยในเชิงลบต่อความแข็งของลูกอม ส่วนค่าความสว่างพบว่า ไอโซมอลต์ น้ำผึ้ง และเกลือ เป็นปัจจัยในทางลบ หากมีอยู่ในส่วนผสมของลูกอมในปริมาณมากทำให้ความสว่างของลูกอมลดลง สำหรับค่าสีแดง (a^*) ส่วนใหญ่ส่วนผสมของลูกอมเป็นปัจจัยเชิงบวก ยกเว้นไอโซมอลต์เป็นปัจจัยทางลบ สีลูกอมจึงมีทิศทางสีแดง สำหรับค่าสีเหลือง (b*) ส่วนผสมทั้งหมดเป็นปัจจัยในทางบวก สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง การเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยเฉพาะค่า b* จะแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไรเซชัน (caramelization reaction) ที่ทำให้เกิดสีและกลิ่นในลูกกวาด [20,21] โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิในการผลิตสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส อีกทั้งผลิตภัณฑ์ลูกอมมีส่วนผสมของน้ำผึ้งและสารให้ความหวาน ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ในระหว่างการให้ความร้อน ทำให้เกิดสีน้ำตาลและกลิ่นหอมของคาราเมล ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีเหลืองปนน้ำตาล สูตรลูกอมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 9 ลูกอมมีส่วนผสมของไอโซมอลต์ 60 เปอร์เซนต์ น้ำผึ้ง 30 เปอร์เซนต์ น้ำมะนาว 15 เปอร์เซนต์ แป้ง 0.5 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 0.2 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี (U2T) พ.ศ. 2565

References

[1] Tafere, D. A. (2021). Chemical Composition and Uses of Honey: A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 4(3), 194-201.

[2] Engel, M. S., et al. (2019). A Key to the Genera and Subgenera of Stingless Bees in Indonesia (Hymenoptera: Apidae). *Treubia*, 45, 65–84.

[3] Hilário, S. D.,et al. (2001). Responses to Climatic Factors by Foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt*.) (Apidae, Meliponinae). *Brazilian Journal of Biology*, 61(2), 191–196.

[4] Bonev, B., et al. (2008). Principles of Assessing Bacterial Susceptibility to Antibiotics Using the Agar Diffusion Method. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 61(6), 1295-1301.

[5] Kumar, D., et al. (2024). Honey: An Important Nutrient and Adjuvant for Maintenance of Health and Management of Diseases. *Journal of Ethnic Foods*, 11, 19(2024).

[6] Guiné, R. P. F., et al. (2022). Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Broods: Composition, Technology and Gastronomic Applicability. *Foods*, 11(18), 2750.

[7] Czernicka, M. A., (2024). Antioxidant Capacity of Honey Enriched by Wildflowers. *Applied Sciences*, 14(5), 2018.

[8] Almasaudi, S. (2021). The Antibacterial Activities of Honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28, 2188–2196.

[9] AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc.

[10] Veeranna, H., et al. (2021). Functional Hard-Boiled Candy Formulation Employing Plackett Burman Design. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 20(1), 230-236.

[11] Anthimidou, E. & Mossialos, D. (2013). Antibacterial Activity of Greek and Cypriot Honeys Against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in Comparison to Manuka Honey. *Journal of Medicinal Food*, 16(1), 42-47.

[12] Badawy, O.F., et al. (2004). Antibacterial Activity of Bee Honey and Its Therapeutic Usefulness Against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* Infection. *Revue scientifique et technique*, 23(3), 1011–1022.

[13] Wilkinson, J. M. & Cavanagh, H. M. A. (2005). Antibacterial Activity of 13 Honeys Against *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Medicinal Food*, 8(1), 100–103.

[14] Boukraa, L. & Niar, A. (2007). Sahara Honey Shows Higher Potency Against *Pseudomonas aeruginosa* Compared to North Algerian Types of Honey, *Journal of Medicinal Food*. 10(4), 712–714.

[15] Kassym, L., et al. (2024). Antimicrobial Effect of Honey Phenolic Compounds Against *E. coli*—An In Vitro Study. *Pharmaceuticals*, 17, 560.

[16] Kwakman, P. H. S. & Zaat, S. A. J. (2012). Antibacterial Components of Honey. *IUBMB Life*, 64(1), 48-55.

[17] Ball, D. W. (2007). The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Education*, 84(10), 1643-1646.

[18] Tsuruda, J. M., et.al. (2021). Honey Bee Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 37(3), 505-519.

[19] Sharma, K., et al. (2024). A Review of Physico-Chemical and Biological Properties of Honey. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 12(2), 153-161.

[20] Rahardjo, M., et al. (2020). Color Development and Antioxidant Activity in Honey Caramel. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 443, 012041.

[21] Paravisini, L., et al. (2012). Identification of Compounds Responsible for the Odorant Properties of Aromatic Caramel. *Flavour and Fragrance Journal*, 27(6), 424–432.