

การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีในนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่า
กับมาตรฐานคุณภาพประเทศไทย

Comparison of Chemical Composition in Royal Jelly from Wildflower Pollen
with Thailand's Quality Standards

กมลภพ เสาวกุล

อีเมล: 6652003254@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

รองศาสตราจารย์ ดร.ภัคชรพรรณ ลิทธิประภาพร

อีเมล: wichian.sit@mfu.ac.th

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน และกรด 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) ในนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าในพื้นที่อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างนมผึ้งจำนวน 3 ตัวอย่างจากฟาร์มผึ้งที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง ซึ่งผลิตจากผึ้งพันธุ์ *Apis mellifera* ในเดือนสิงหาคม 2567 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl และวิเคราะห์ปริมาณ 10-HDA ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ $13.92 \pm 0.57\%$ และปริมาณ 10-HDA เฉลี่ยเท่ากับ $1.97 \pm 0.03\%$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าขั้นต่ำตามมาตรฐานคุณภาพประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 11% และ 1.5% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบสมมติฐานด้วย Wilcoxon Signed-Rank Test ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.055$) เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของตัวอย่างกับค่ามาตรฐาน สรุปได้ว่านมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าที่ศึกษา มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาและเพิ่มมูลค่านมผึ้งในอุตสาหกรรมสุขภาพและความงามของประเทศ

คำสำคัญ: นมผึ้ง, เกสรดอกไม้ป่า, โปรตีน, 10-HDA, มาตรฐานคุณภาพ, *Apis mellifera*

Abstract

This study aimed to analyze the chemical composition, specifically the protein content and 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA), in royal jelly derived from wildflower pollen in Mae Sai District, Chiang Rai Province, and to compare the results with the Thai quality standard. Three samples were collected in August 2024 from *Apis mellifera* hives maintained on honey farms certified under Good Agricultural Practices (GAP) for beekeeping. Protein content was determined using the Kjeldahl method, and 10-HDA content was analyzed using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The results showed an average protein content of $13.92 \pm 0.57\%$ and an average 10-HDA content of $1.97 \pm 0.03\%$, both exceeding the minimum thresholds of the Thai quality standard ($\geq 11\%$ for protein and $\geq 1.5\%$ for 10-HDA). However, statistical analysis using the Wilcoxon Signed-Rank Test revealed no significant difference ($p = 0.055$) between the sample medians and the standard values. In conclusion, the royal jelly from wildflower pollen examined in this study met the Thai quality standard, which is important for the development and value addition of royal jelly in the country's health and beauty industries.

Keywords: Royal jelly, Wildflower pollen, Protein, 10-HDA, Quality standards, *Apis mellifera*

บทนำ

นมผึ้ง (Royal Jelly) เป็นสารคัดหลั่งจากต่อมใต้คอหอย (hypopharyngeal gland) และต่อมน้ำลายใต้ขากรรไกร (mandibular gland) ของผึ้งงาน *Apis mellifera* ใช้เป็นอาหารเฉพาะสำหรับผึ้งนางพญา ทำให้ผึ้งนางพญามีลักษณะเด่น เช่น ขนาดใหญ่ อายุยืน และความสามารถในการสืบพันธุ์ นมผึ้งประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้นมผึ้งมีคุณค่าทางโภชนาการและมีศักยภาพในการส่งเสริมสุขภาพ (Oršolić & Jazvinščak Jembrek, 2024) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่รายงานว่านมผึ้งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และช่วยปกป้องเซลล์ (Kunugi & Mohammed Ali, 2019) จึงได้รับความสนใจอย่างมากในฐานะผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการชะลอวัยและสุขภาพ

สารออกฤทธิ์เฉพาะที่สำคัญของนมผึ้งคือ 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) ซึ่งใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพและความสดของนมผึ้ง (Collazo et al., 2021) โดยมีรายงานว่า 10-HDA มีบทบาททางชีวภาพหลากหลาย เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านเซลล์มะเร็ง (Lin

et al., 2020; Saad Al Shehri et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ปริมาณ 10-HDA ในนมผึ้งมีความแปรผันตามปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและชนิดเกสรดอกไม้ (Khalfan Saeed Alwali Alkindi et al., 2024) ในประเทศไทย มีการศึกษาพบว่าการเลี้ยงผึ้งโดยให้เกสรดอกไม้ชนิดเดียวแก่ผึ้ง เช่น ดอกชา ดอกกาแฟ และดอกสาบเสือ ส่งผลต่อความแตกต่างของปริมาณ 10-HDA ในนมผึ้ง (Pattamayutanon et al., 2018) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่รายงานว่า ฤดูกาลและความหลากหลายของเกสรดอกไม้ที่ผึ้งได้รับมีผลต่อองค์ประกอบในนมผึ้ง โดยนมผึ้งที่เก็บในช่วงฤดูใบไม้ผลิซึ่งเป็นช่วงที่พืชพรรณในธรรมชาติออกดอกอุดมสมบูรณ์ พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีโดยรวมที่ดีกว่าในฤดูกาลอื่น (Kanelis et al., 2024) ดังนั้นฤดูกาลและแหล่งเกสรเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของนมผึ้ง

ด้วยว่าประเทศไทยมีภูมิอากาศเขตร้อนชื้นและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง นมผึ้งที่ผลิตจากเกสรดอกไม้ป่า ซึ่งหมายถึงเกสรดอกไม้จากพืชหลากหลายชนิดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ (wildflowers) โดยไม่ได้จำกัดอยู่เพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง จึงมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากนมผึ้งที่ได้จากการเลี้ยงด้วยเกสรดอกไม้ชนิดเดียว อีกทั้งยังสะท้อนว่าช่วงที่พืชพรรณออกดอกอุดมสมบูรณ์ตามฤดูกาล อาจเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บนมผึ้ง ซึ่งเอื้อต่อการได้มาซึ่งนมผึ้งที่มีคุณภาพสูงกว่า อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษานมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าในประเทศไทยยังมีจำกัด โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย ซึ่งกำหนดให้นมผึ้งต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 11 และ 10-HDA ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2548) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและ 10-HDA ในนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าในอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เพื่อตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐานและสร้างองค์ความรู้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผึ้งไทยต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory Research) ด้วยนมผึ้งจำนวน 3 ตัวอย่าง เก็บจากฟาร์มผึ้งที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice; GAP) ในอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567 นมผึ้งดังกล่าวผลิตจากผึ้งพันธุ์ *Apis mellifera* ซึ่งหาอาหารจากเกสรดอกไม้ป่าในพื้นที่อย่างอิสระ ตัวอย่างถูกบรรจุในภาชนะปิดสนิทและเก็บรักษาที่ -2°C จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ โดยแต่ละตัวอย่างทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้งก่อนสรุปผล

การวิเคราะห์ทั้งหมดดำเนินการที่ ห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย โดยวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl ตาม in-house method based on AOAC 2019 (991.20) และรายงานผลเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ส่วน 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC ตาม in-house method based on J AOAC

Int 1995; 78(4):1019–1023 โดยใช้กราฟมาตรฐานที่เตรียมจากสารมาตรฐาน 10-HDA บริสุทธิ์ในการคำนวณความเข้มข้น

การประมวลผลและการวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้ค่าเฉลี่ยของการทำซ้ำเป็นค่าตัวแทนของแต่ละตัวอย่าง จากนั้นสรุปผลด้วย ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าตัวแทนทั้ง 3 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย (โปรตีน $\geq 11\%$ และ 10-HDA $\geq 1.5\%$) ด้วย Wilcoxon Signed-Rank Test กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p\text{-value} < 0.05$ โดยประมวลผลด้วย IBM SPSS Statistics version 23.0 (License Number. 3547818)

ผลวิจัย

ตัวอย่างนมผึ้งทั้ง 3 ตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลวข้นสีเหลืองอ่อน ตรงตามคุณลักษณะปกติของนมผึ้ง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่า ได้แก่ ปริมาณโปรตีน และปริมาณ 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) แสดงดังตารางที่ 1

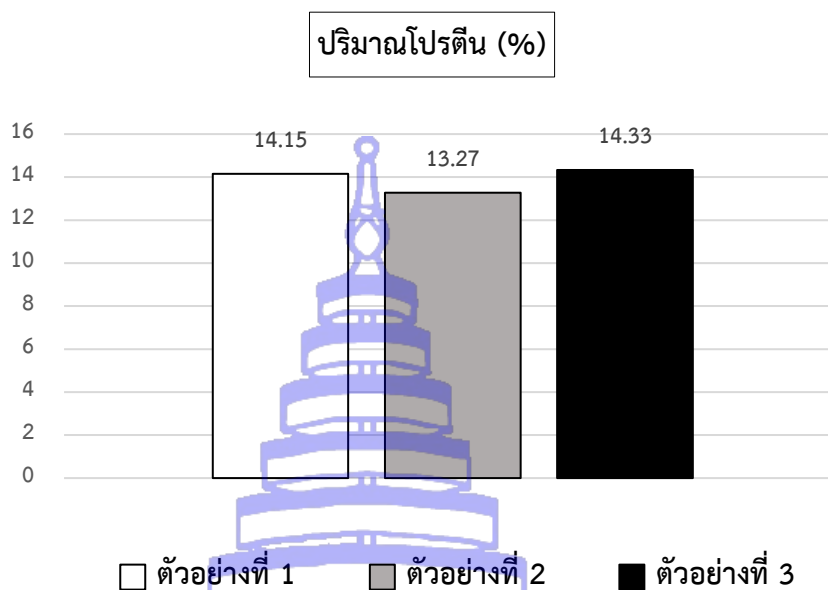
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่า

ตัวอย่างนมผึ้ง	โปรตีน (%)	10-HDA (%)
ตัวอย่างที่ 1	14.15	1.98
ตัวอย่างที่ 2	13.27	1.99
ตัวอย่างที่ 3	14.33	1.94
ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	13.92 ± 0.57	1.97 ± 0.03
ค่ามัธยฐาน	14.15	1.98

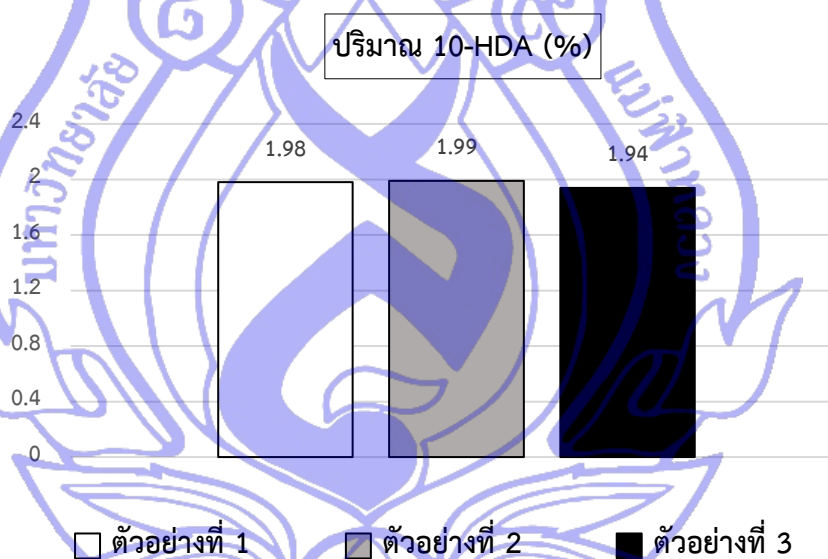
หมายเหตุ ตัวอย่าง 10-HDA; 10-hydroxy-2-decenoic acid

ปริมาณโปรตีนในนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่ามีค่าอยู่ในช่วง 13.27–14.33% โดยมีค่าเฉลี่ย $13.92 \pm 0.57\%$ และค่ามัธยฐาน 14.15% ตัวอย่างที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (14.33%) ในขณะที่ตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด (13.27%)

ปริมาณ 10-HDA ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างนมผึ้งมีค่าอยู่ในช่วง 1.94–1.99% โดยมีค่าเฉลี่ย $1.97 \pm 0.03\%$ และค่ามัธยฐาน 1.98% ตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณ 10-HDA สูงที่สุด (1.99%) ในขณะที่ตัวอย่างที่ 3 มีปริมาณ 10-HDA ต่ำที่สุด (1.94%)



ภาพที่ 1 ปริมาณโปรตีนของตัวอย่างนมผึ้งแต่ละตัวอย่าง



ภาพที่ 2 ปริมาณ 10-HDA ของตัวอย่างนมผึ้งแต่ละตัวอย่าง

ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของนมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่ากับมาตรฐานคุณภาพประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 294 พ.ศ. 2548 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับมาตรฐานคุณภาพประเทศไทย

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์	มาตรฐานไทย	ผลการประเมิน
โปรตีน (%)			
ตัวอย่างที่ 1	14.15	≥ 11	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ตัวอย่างที่ 2	13.27	≥ 11	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ตัวอย่างที่ 3	14.33	≥ 11	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	13.92 ± 0.56	≥ 11	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ค่ามัธยฐาน	14.15	≥ 11	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
10-HDA (%)			
ตัวอย่างที่ 1	1.98	≥ 1.5	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ตัวอย่างที่ 2	1.99	≥ 1.5	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ตัวอย่างที่ 3	1.94	≥ 1.5	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.97 ± 0.03	≥ 1.5	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ค่ามัธยฐาน	1.98	≥ 1.5	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

หมายเหตุ ตัวอย่าง 10-HDA; 10-hydroxy-2-decenoic acid

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าทั้ง 3 ตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทยครบทุกพารามิเตอร์ โดยปริมาณโปรตีน และปริมาณ 10-HDA ในทุกตัวอย่างมีค่ามากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำตามที่กำหนด ทั้งโปรตีนที่มีค่าต่ำสุด 13.27% (เกณฑ์ที่กำหนด $\geq 11\%$) และ 10-HDA ที่มีค่าต่ำสุด 1.94% (เกณฑ์ที่กำหนด $\geq 1.5\%$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า นมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมติฐาน: การเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพประเทศไทย (n=3)

พารามิเตอร์	ค่ามัธยฐาน (%)	มาตรฐาน (%)	ค่าสถิติ (Z-score)	p-value	สรุปผล
โปรตีน	14.15	≥ 11	-1.604	0.055	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
10-HDA	1.98	≥ 1.5	-1.604	0.055	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

หมายเหตุ ตัวอย่าง 10-HDA; 10-hydroxy-2-decenoic acid

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมติฐานด้วย Wilcoxon Signed-Rank Test (one-tailed) พบว่า ปริมาณโปรตีนมีค่ามัธยฐาน 14.15% ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ($\geq 11\%$) โดยมีค่าสถิติ Z-score

= -1.604 และค่า p-value = 0.055 สำหรับปริมาณ 10-HDA มีค่ามัธยฐาน 1.98% ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ($\geq 1.5\%$) โดยมีค่าสถิติ Z-score = -1.604 และค่า p-value = 0.055

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าปริมาณโปรตีน และ 10-HDA มากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่านมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าที่ศึกษามีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพประเทศไทย

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์พบว่า นมผึ้งจากเกสรดอกไม้ป่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย $13.92 \pm 0.57\%$ และปริมาณ 10-HDA เฉลี่ย $1.97 \pm 0.03\%$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานประเทศไทยที่กำหนดโปรตีนไม่ต่ำกว่า 11% และ 10-HDA ไม่ต่ำกว่า 1.5% ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 294) พ.ศ. 2548 แม้การทดสอบทางสถิติด้วย Wilcoxon Signed-Rank Test จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.055$) แต่ค่าที่ได้สะท้อนถึงคุณภาพของนมผึ้งที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Pattamayutanon และคณะ (2018) ซึ่งศึกษานมผึ้งจากผึ้งที่เลี้ยงด้วยเกสรดอกไม้เดี่ยว ได้แก่ ดอกชา ดอกกาแฟ และดอกสาบเสือ พบว่ามีปริมาณ 10-HDA เท่ากับ 1.41%, 1.66% และ 1.67% ตามลำดับ โดยในกรณีของเกสรดอกชา ปริมาณ 10-HDA ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สะท้อนว่าความหลากหลายของแหล่งเกสรอาจมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มคุณภาพของนมผึ้ง อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาของ Ghosh และ Jung (2024) พบว่า การใช้เกสรดอกไม้เดี่ยวบางชนิด เช่น oak และ rapeseed สามารถให้ค่า 10-HDA อยู่ในช่วง 1.90–2.10%ใกล้เคียงกับที่ได้จากเกสรดอกไม้ป่าในการศึกษานี้ เป็นไปได้ว่าชนิดของเกสรดอกไม้มีผลต่อคุณภาพของนมผึ้งเช่นกัน

ในการศึกษานี้วิเคราะห์ตัวอย่างหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -2°C เป็นระยะเวลาประมาณ 9 เดือน ก่อนส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งปัจจัยด้านการเก็บรักษานมผึ้งอย่างเหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยวมีผลอย่างมากต่อปริมาณสารสำคัญ โดยเฉพาะ 10-HDA ซึ่งเป็นกรดไขมันหลักและใช้เป็นหนึ่งในเกณฑ์วิเคราะห์คุณภาพและความสดของนมผึ้ง งานวิจัยหลายฉบับระบุว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น สามารถคงปริมาณ 10-HDA ได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (Flanjak et al., 2017) งานวิจัยของ Antinelli และคณะ (2003) รายงานว่าการเก็บนมผึ้งเป็นเวลา 12 เดือนที่ -18°C และ 4°C ทำให้ปริมาณ 10-HDA ลดลง 0.1% และ 0.2% ตามลำดับ ในขณะที่การเก็บที่อุณหภูมิห้องพบการลดลง 0.4% และ 0.6% ในตัวอย่างจากฝรั่งเศสและประเทศไทยตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แม้ตัวอย่างนมผึ้งในการศึกษานี้จะถูกเก็บที่อุณหภูมิ -2°C เป็นเวลา 9 เดือน ปริมาณ 10-HDA และโปรตีนยังคงสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพประเทศไทย สะท้อนถึงความคงตัวของสารสำคัญภายใต้สภาพ

การเก็บดังกล่าว และหากสามารถทำการวิเคราะห์ได้ในระยะเวลาอันสั้นหลังการเก็บเกี่ยว อาจพบปริมาณสารสำคัญในระดับที่สูงกว่านี้ ดังนั้น การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม ลดระยะเวลาเก็บก่อนการวิเคราะห์ และติดตามตรวจสอบปริมาณ 10-HDA เป็นประจำ จึงมีความสำคัญต่อการรักษาคุณภาพนมผง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานวิจัย พบประเด็นที่สามารถนำไปต่อยอดศึกษาได้ในอนาคต โดยเฉพาะเรื่องผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณสารสำคัญในนมผง งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ตัวอย่างหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -2°C เป็นระยะเวลาประมาณ 9 เดือนก่อนส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะพบปริมาณสารสำคัญ โดยเฉพาะตัว 10-HDA ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ยังไม่มียังมีข้อมูลเปรียบเทียบอย่างเป็นระบบว่าปริมาณดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเพียงใดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน จึงควรมีการออกแบบการทดลองในอนาคต เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษากับการคงคุณภาพของสารสำคัญ เพื่อให้สามารถระบุสถานะที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพนมผงสูงสุดได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้ ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังนมผงจากแหล่งเกสรที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งในด้านพื้นที่ภูมิศาสตร์และฤดูกาลการผลิต รวมถึงการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างนมผงจากแหล่งเกสรดอกไม้ป่ากับเกสรดอกไม้เดี่ยว เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของข้อสรุปในอนาคต

อีกทั้งควรพิจารณาการวิเคราะห์องค์ประกอบอื่น ๆ ตามมาตรฐานสากล เช่น ความชื้น ฟรุคโตส กลูโคส และน้ำตาลรวม เพื่อสร้างภาพรวมคุณภาพนมผงที่ครบถ้วน ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบพบว่ามาตรฐานของไทยยังมีข้อกำหนดบางประการที่อาจต้องปรับปรุง โดยเฉพาะค่าโปรตีนขั้นต่ำที่ 11% ซึ่งค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับหลายประเทศ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทบทวนและปรับปรุงมาตรฐานดังกล่าวให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล เพิ่มศักยภาพนมผงไทยในการแข่งขันและการส่งออก

สุดท้ายนี้ควรศึกษาศักยภาพของนมผงในด้านการชะลอวัยและการส่งเสริมสุขภาพ ทั้งในเชิงกลไกทางชีวภาพและผลต่อสุขภาพโดยรวม เพื่อสร้างฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ของนมผง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและนวัตกรรมสุขภาพที่มีคุณภาพ นำไปสู่การเพิ่มมูลค่าและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์นมผงไทยในตลาดโลก ตลอดจนการยอมรับจากผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและคุณภาพชีวิตต่อไป

รายการอ้างอิง

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 294) เรื่อง รอยัลเยลลี่และผลิตภัณฑ์รอยัลเยลลี่ พ.ศ. 2548. (2548, 28 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 135 ตอนพิเศษ 150 ง. หน้า 6-7.
- Antinelli, J.-F., Zeggane, S., Davico, R., Rognone, C., Faucon, J.-P., & Lizzani, L. (2003). Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly. *Food Chemistry*, 80(1), 85–89. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00243-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00243-1)
- Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Otero, P., Simal-Gandara, J., & Prieto, M. A. (2021). Health Promoting Properties of Bee Royal Jelly: Food of the Queens. *Nutrients*, 13(2), 543. <https://doi.org/10.3390/nu13020543>
- Flanjak, I., Jakovljević, M., Kenjeric, D., Cvijetić Stokanović, M., Primorac, L., & Bilić Rajs, B. (2017). Determination of (2E)-10-hydroxydec-2-enoic acid in Croatian royal jelly by high-performance liquid chromatography. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 9(2), 152–157. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2017.9.2.10>
- Ghosh, S., & Jung, C. (2024). Chemical Composition and Nutritional Value of Royal Jelly Samples Obtained from Honey Bee (*Apis mellifera*) Hives Fed on Oak and Rapeseed Pollen Patties. *Insects*, 15(3), 141. <https://doi.org/10.3390/insects15030141>
- Kanelis, D., Liolios, V., Rodopoulou, M.-A., Papadopoulou, F., & Tananaki, C. (2024). Production and Quality Characteristics of Royal Jelly in Relation to Available Natural Food Resources. *Resources*, 13(4), 55. <https://doi.org/10.3390/resources13040055>
- Khalfan Saeed Alwali Alkindi, F., El-Keblawy, A., Lamghari Ridouane, F., & Bano Mirza, S. (2024). Factors influencing the quality of Royal jelly and its components: a review. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2348253>

- Lin, X. M., Liu, S. B., Luo, Y. H., Xu, W. T., Zhang, Y., Zhang, T., . . . Jin, C. H. (2020). 10-HDA Induces ROS-Mediated Apoptosis in A549 Human Lung Cancer Cells by Regulating the MAPK, STAT3, NF- κ B, and TGF- β 1 Signaling Pathways. *BioMed research international*, 2020, 3042636. <https://doi.org/10.1155/2020/3042636>
- Oršolić, N., & Jazvinščak Jembrek, M. (2024). Royal Jelly: Biological Action and Health Benefits. *International journal of molecular sciences*, 25(11), 6023. <https://doi.org/10.3390/ijms25116023>
- Pattamayutanon, P., Peng, C. C., Sinpoo, C., & Chantawannakul, P. (2018). Effects of Pollen Feeding on Quality of Royal Jelly. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2974–2978. <https://doi.org/10.1093/jee/toy251>
- Saad Al Shehri, Z., Alanazi, A. D., & Alnomasy, S. F. (2023). Anti-Cancer Effects of Queen Bee Acid (10-Hydroxy-2-Decenoic Acid) and Its Cellular Mechanisms against Human Hepatoma Cells. *Molecules*, 28(4), 1972. <https://doi.org/10.3390/molecules28041972>

