เจลล้างหน้าสครับรังชันโรงสายพันธุ์ *Heterotrigona itama* : ลักษณะทางกายภาพของอนุภาครังชันโรงและการทดลองใช้เบื้องต้น

Cleansing Gel from *Heterotrigona itama* as scrub: Physical characteristics of propolis stingless bee particle and initial trial

ฮาซัน ดอปอ[1*], นูรอินซัน สะอ[2], อิสมะแอ เจ๊ะหลง[3]

Hasan Daupor[1*], Nurinsan Sae[2], Isma-ae Chelong[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำรังชันโรงสายพันธุ์ *Heterotrigona itama* มาทำให้เป็นผงละเอียด และศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่องมือ SEM-EDS, FT-IR, BET หาค่าประจุบนพื้นผิว และนำผงของรังชันโรงไปใช้เป็นสครับในเจลล้างหน้าตามสูตรทั่วไป ผลการทดลองพบว่าผงละเอียดของรังชันโรงมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 80-200 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนและออกซิเจนเป็นหลัก สอดคล้องกับผลจากอินฟราเรดสเปกโตรสโกปีที่ปรากฏการสั่นของพันธะ C-H methoxy ที่ช่วง 2,930 cm^{-1} และที่ช่วง 1636 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะจำเพาะของหมู่คาร์บอนิล (r-pyrone) จากค่าประจุบนพื้นผิวพบว่ามีค่าประมาณ 6.4 ซึ่งค่อนข้างเป็นกรดอ่อน ๆ ส่งผลดีต่อการดูแลรักษาผิวหน้า ทำให้ผลการทดลองใช้ในกลุ่มอาสาสมัครให้ผลค่อนข้างดีเมื่อเทียบกับก่อนใช้

คำสำคัญ: ผึ้งชันโรง, ค่าประจุบนพื้นผิว, เจลล้างหน้า, เม็ดสครับ

Abstract

This research aimed to introduce the *Heterotrigona Itama* to be a fine propolis powder. SEM-EDS, FT-IR, and BET were used to describe the surface properties and to apply its powder as a scrub in facial gel. The experimental results showed that the particle size of the propolis powder around 80-200 μm with mainly composed of carbon and oxygen atom. Corresponding to the FT-IR on the C-H methoxy bonding at 2,930 cm^{-1} and at 1636 cm^{-1} is a characteristic of the carbonyl (r-pyrone). Based on the point of zero charge (pH_{pzc}), it was found that the value of 6.4, which is slightly acidic suitable for facial treatment.

.

Keyword: Propolis stingless bee, Point of zero charge, Facial gel, Scrub

---

[1]อาจารย์สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** hasan.d@yru.ac.th

บทนำ

ชันโรง คือ ผึ้งชนิดหนึ่ง บางสายพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าผึ้ง 2-3 เท่า บางสายพันธุ์ก็มีขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่มีสีดำ อาศัยอยู่ในโพรงไม้ โพรงใต้ดิน และในรังมดบางชนิด ชันโรงเป็นพืชที่ไม่มีพิษเหมือนผึ้งทั่วไป ถึงแม้จะมีเหล็กในก็ตาม แต่ด้วยเพราะไม่มีถุงพิษ แต่สามารถกัดได้เจ็บจากเขี้ยวกรามที่แข็งแรง ธรรมชาติชันโรงทำหน้าที่ที่สำคัญช่วยผสมเกสรของพืชเศรษฐกิจและดอกไม้ทั่วไปได้หลากหลายชนิด เกสรและน้ำต้อยจากดอกไม้นั้น ถูกรวบรวมเข้ารังเพื่อเลี้ยงสมาชิกในรัง ชันโรงสามารถผลิตชันได้จำนวนมาก แต่ชันโรงจะไม่ให้ผลผลิตมากนักไม่เหมือนกับผึ้งพันธุ์ที่ให้น้ำผึ้งมากกว่าหลายเท่า น้ำผึ้งของชันโรงมีรสแตกต่างกันไปแม้จะเป็นสายพันธุ์เดียวกัน อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมของแหล่งอาหาร น้ำผึ้งของชันโรงบางแหล่งมีรสหวานอมเปรี้ยว บางแหล่งก็หวานผสมกลิ่นหอมของสมุนไพร ซึ่งก็ด้วยจากแหล่งอาหารของชันโรงนั่นเอง ชันโรงจะสร้างรังโดยใช้ไขผึ้งบริสุทธิ์และซีรูเมน ซึ่งเป็นไขผึ้งผสมกับพรอพอลิส ที่มีอยู่มากมาย ทำให้ตัวของชันที่ได้จากชันโรง ซึ่งมีลักษณะคล้ายยาง หรือ เรซิ่น (ณัฏฐ์พัชร เถียรวรกานต์, 2015) นับแต่สมัยโบราณ มนุษย์รู้จักเอาชันมาใช้ประโยชน์ คือ เอาชันมาละลายในน้ำมัน หรือสารละลายแอลกอฮอล์แล้วมาทาปิดรูรั่วชะลอม หรือใช้ยารูรั่วของเรือ ในประเทศจีนมีการใช้ชันมาทำยาอายุวัฒนะ ในประเทศอียิปต์นำเอาชันมาผสมน้ำยาทำศพมัมมี่ และชันของชันโรงก็ยังมีคุณสมบัติยับยั้งแบคทีเรีย และเชื้อรา (สรจักร ศิริบริรักษ์, 2547) ซึ่งยังไม่ค่อยมีผู้ที่นำไปศึกษาในเรื่องนี้มากนัก นอกจากนี้ ยังพบว่าคนไทยได้นำพรอพอลิสชันโรงมาใช้ประโยชน์มากมายในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทำแคน ทำด้ามมีด เป็นต้น

พรอพอลิสมีหลากหลายสารประกอบพอลีฟีนอล แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสารจำพวกฟลาโวนอยด์ จากการศึกษาโดยใช้เทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร พบว่าในพรอพอลิสจะพบสารประกอบฟีนอลิกอยู่ 5,351.22 มิลลิกรัม/100 กรัม ในตัวทำละลาย 85% เอทานอล และจากการศึกษาหาปริมาณฟลาโวนอยด์ที่มีอยู่ในพรอพอลิสด้วยเทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร พบว่ามีอยู่ 124.76 มิลิกรัม/100 กรัม โดยมาจากสารสกัดด้วย 50% เมทานอล และถ้าใช้สารสกัด 85% เอทานอล จะพบสารฟลาโวนอยด์อยู่ 4,946.53 มิลลิกรัม/100 กรัม (Mouhoubi-tafinine et al. 2016) ส่วนของพรอพอลิสมีประโยชน์มากมาย เช่น ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อไวรัส และต้านเซลล์มะเร็งได้ ได้มีการเตรียมนาโนพรอพอลิส โดยขนาดมีขนาดของอนุภาค 175 nm จากกล้อง SEM เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรีย พบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดพรอพอลิส โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *B. subtilis* 205.86% ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* 211.83% ยับยั้งเชื้อ *E. coli* 277.01% และยับยั้งเชื้อ *Salmonella sp.* 230.29% (Hasan et al. 2014) หลังจากที่รังของชันโรงถูกสกัดเอาสาระสำคัญและส่วนของแว็กซ์ออก จะทำให้เหลือกากของรังชันโรง ที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากนัก ซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัสสาก ๆ เหมือนเปลือกไม้ เศษใบไม้ เมื่อนำมาผสมกับยางไม้ที่แมลงชันโรงได้เก็บมา จนสร้างเป็นรังชันโรง ซึ่งเกิดการที่แมลงชันโรงได้คัดสรรวัสดุเหล่านี้มาทำเป็นรัง โดยผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ในตัวแมลงชันโรงเอง จนทำให้เศษวัสดุเหล่านี้มีขนาดเล็กลง อนุภาคขนาดเล็กจากธรรมชาติ ที่ผ่านการย่อยด้วยแมลงชันโรง คาดว่าน่าจะสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุที่ทำหน้าที่ขัดหรือชำระล้างสิ่งสกปรกได้ ช่วยผลัดเซลล์ผิวเก่า (exfoliating) กระตุ้นให้เซลล์ผิวใหม่เกิดขึ้นได้เร็วขึ้น ให้ผิวสุขภาพดีสดใส

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรังชันโรงโดยตรงมาบดละเอียด นำไปศึกษาค่าประจุบนพื้นผิว พร้อมศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของอนุภาครังชันโรงด้วยเครื่องมือ FTIR, SEM, BET และไปใช้เป็นเม็ดสครับในเจลล้างหน้า ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัสดุที่ช่วยในการผลัดเซลล์ผิวเก่า ทำความสะอาดผิวหน้า กระตุ้นให้เกิดการสร้างเซลล์ผิวใหม่ได้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของอนุภาครังชันโรงด้วยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น FTIR, SEM, BET เป็นต้น
2. เพื่อทำเป็นเจลล้างหน้าผสมเม็ดสครับจากรังชันโรงตามสูตรทั่วไป
3. เพื่อทดลองใช้เจลล้างหน้ากับกลุ่มอาสาสมัคร

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

รังชันโรงสายพันธุ์ *Heterotrigona itama*

หาค่าประจุบนพื้นผิว และศึกษาคุณลักษณะด้วยเครื่องมือขั้นสูง FTIR, SEM, BET

เจลล้างหน้า

ทดลองใช้กับกลุ่มอาสาสมัคร

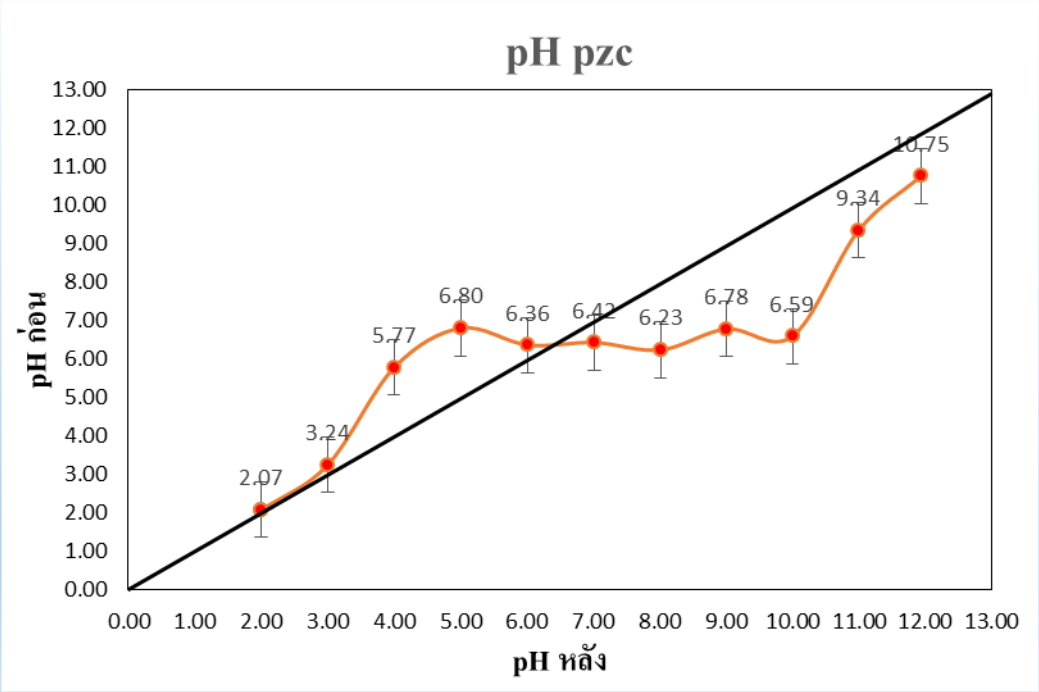
ภาพที่ 2 กรอบแนวความคิดงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **วิธีการหาค่าประจุบนพื้นผิว (pH_{PZC})** (เกษราพร และโกวิทย์, 2555)

ปิเปตน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ บันทึกเป็นค่าพีเอชเริ่มต้น (pH_i) ชั่งผงของรังชันโรง 0.2 กรัม เติมลงไปในขวดรูปชมพู่ที่ค่าพีเอชต่าง ๆ นำไปกวนด้วยความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที นาน 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าพีเอชสุดท้าย (pH_f) และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชเริ่มต้นกับค่าพีเอชสุดท้าย ทำการลากเส้นสัมผัส จุดตัดที่ได้ คือ ค่าพีเอชบนพื้นผิวของสารตัวอย่าง ซึ่งเท่ากับ 6.3

เมื่อนำไปใช้ในรูปของเจลล้างหน้า คาดว่าจะสามารถกำจัดสิ่งสกปรกโดยการดูดซับสิ่งสกปรกบนหน้าได้ดี เนื่องจากสิ่งสกปรกส่วนใหญ่จะมีประจุบวก (มีค่าพีเอชระหว่าง 4.4-5.7) เมื่อค่าพีเอชของสิ่งสกปรกน้อยกว่าค่าประจุบนพื้นผิว จะทำให้สามารถดูดซับโมเลกุลของสิ่งสกปรกได้ดี (สุภาภรณ์ และวราพร, 2540)



ภาพที่ 1 เส้นกราฟแสดงค่าประจุบนพื้นผิว

2. การทำเจลล้างหน้า

ทำการเตรียมเจลล้างหน้าผสมรังชันโรง โดยการผสมเฟส A B C และเฟส D ดังแสดงในตารางที่ 1

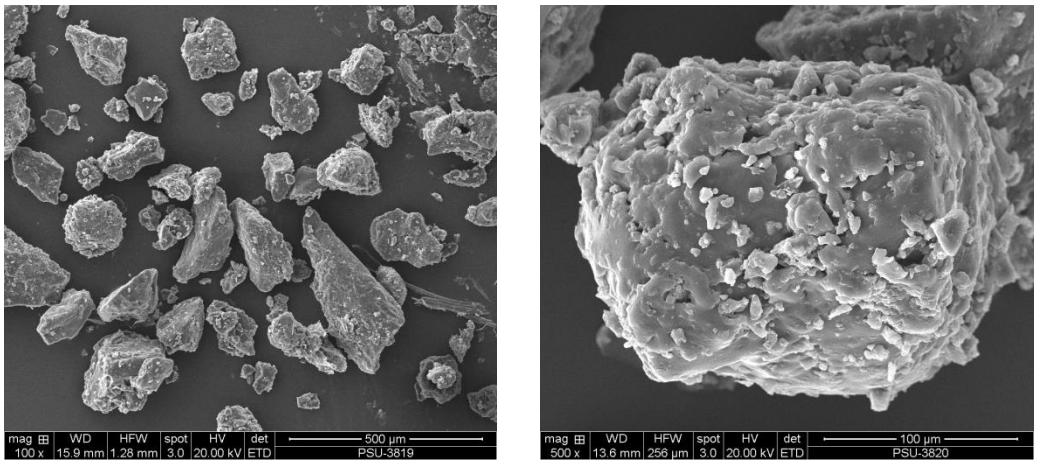
ตารางที่ 1 สูตรการทำเจลล้างหน้าผสมรังชันโรง (ดัดแปลงสูตรของบริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์เปอเรชัน, 2560)

phase	สารเคมี/สมุนไพร	เปอร์เซ็นต์
A	Hydroxyl ethyl cellulose	0.7
	Water	55.5 - 56.0
	น้ำผึ้งชันโรง	1
	ผงพรอพอลิส	0.1 – 0.5
B	Cocamido propyl Beain	1.5
	Propylene glycol	1
	Ammonium lauryl sulphate	39
	glydant	0.1
C	Perfume	0.5
D	Triethanolamine	0.01

3. สัณฐานวิทยา (Morphology)

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรังชันโรงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ดังภาพที่ 2ก พบว่ามีรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน พอที่จะแบ่งเป็นสามกลุ่มใหญ่ ๆ คือ ขนาดใหญ่สุดมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 200 ไมโครเมตร ขนาดกลางมีขนาดเฉลี่ย 150 ไมครอน ขนาดเล็กมีขนาดเฉลี่ย 80 ไมโครเมตร พื้นผิวขรุขระ ไม่เรียบ มีอนุภาคขนาดเล็กเกาะอยู่บนพื้นผิว ดังภาพที่ 2ข และจากการศึกษาพื้นที่ผิวด้วยวิธี BET พบว่ามีค่าพื้นที่ผิวเท่ากับ 0.6610 m^2/g

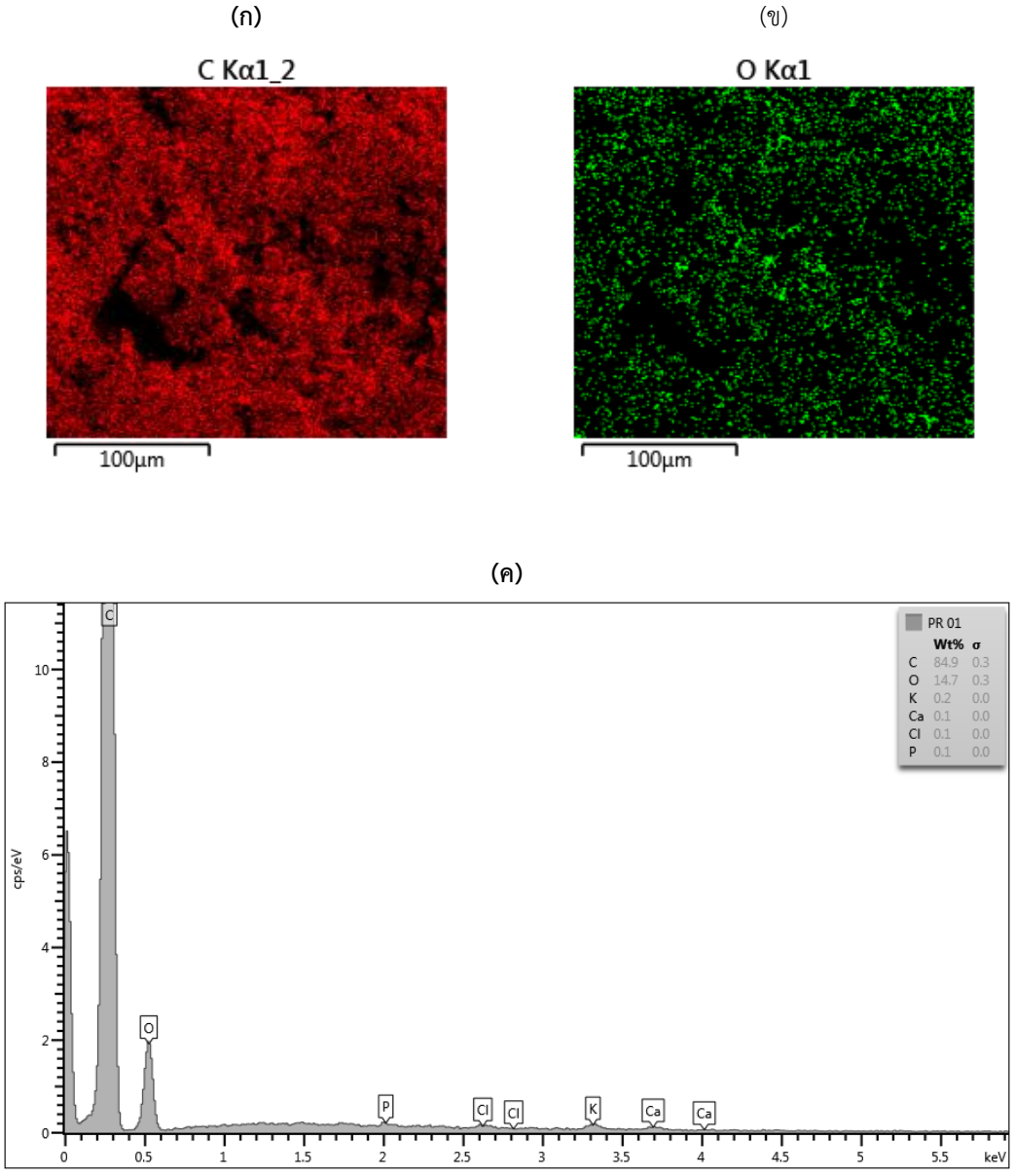
(ก) (ข)



ภาพที่ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ก) และกำลังขยาย 500 เท่า (ข)

4. การกระจายของธาตุองค์ประกอบ

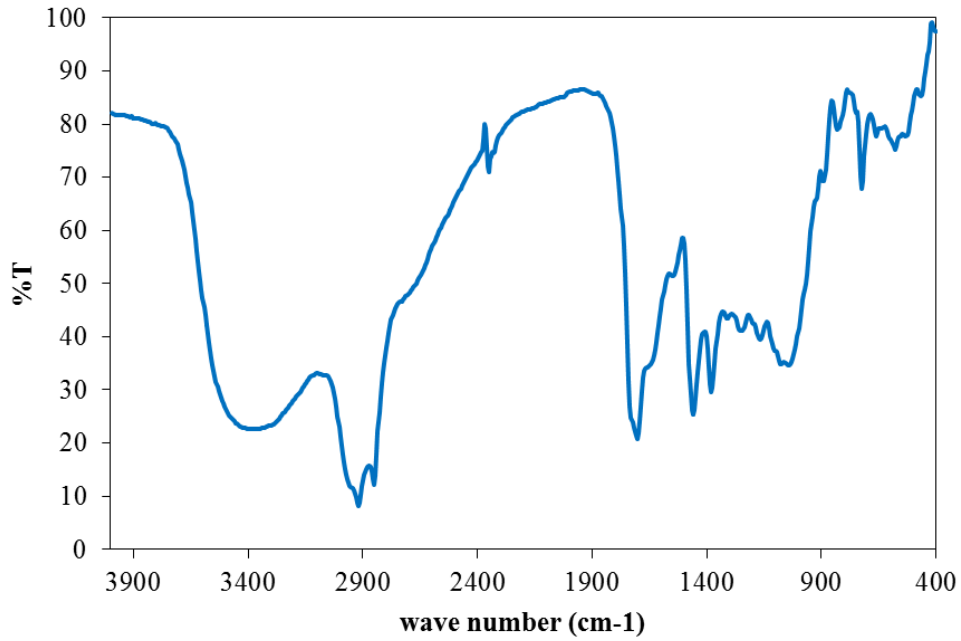
จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาข้างต้น เมื่อนำไปวิเคราะห์ชนิดของธาตุองค์ประกอบด้วยเทคนิค Electron dispersieve spectroscopy (EDS) พบว่าอนุภาคดังกล่าวประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) เป็นหลัก เนื่องจากจัดอยู่ในกลุ่มของสารอินทรีย์ โดยมีธาตุคาร์บอนประมาณ 84.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และออกซิเจนประมาณ 14.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามความหนาแน่นของเม็ดสีของแต่ละธาตุที่ปรากฏ นอกจากนี้ยังพบว่ามีธาตุโพแทสเซียม (K) 0.2 แคลเซียม (Ca) 0.1 คลอรีน (Cl) 0.1 และฟอสฟอรัส (P) 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย



ภาพที่ 3 ภาพการกระจายตัวของธาตุคาร์บอน (ก) ออกซิเจน (ข) และปริมาณของธาตุองค์ประกอบ (ค)

5. การวิเคราะห์ผลด้วย FT-IR

จากกราฟ FT-IR พบว่าลักษณะสัญญาณที่ปรากฏขึ้นมีกลุ่มสัญญาณคล้ายสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ โดยจะปรากฏพีคที่ 3434 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะของ OH, Polymeric พีคที่ช่วง 2930 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะของ C-H methoxy และพีคที่ช่วง 1636 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะจำเพาะของหมู่คาร์บอนิล (r-pyrone) ดังนั้นสัญญาณ FTIR อาจยืนยันเบื้องต้นได้ว่ารังชันโรง มีส่วนประกอบของฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกกลุ่มอื่น (ฮาซันและคณะ, 2561) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สเปกตรัม FTIR ของรังชันโรง

6. ผลการทดลองใช้เจลล้างหน้ากับกลุ่มอาสาสมัคร

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่า t-test ระหว่างก่อนใช้กับหลังใช้ 1 สัปดาห์พบว่าความสะอาดมีค่าเท่ากับ 0.05 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสิว ความมัน ผิวแห้ง และการระคายเคืองมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 1 สัปดาห์กับ 2 สัปดาห์ พบว่าความสะอาด สิว ความมัน ผิวแห้ง และการระคายเคืองมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า 1 สัปดาห์กับ 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่าง ก่อนใช้กับ 2 สัปดาห์ พบว่าความสะอาด สิว ความมัน ผิวแห้ง มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการระคายเคืองมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าเจลล้างหน้าจากพรอพอลิสสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบนใบหน้าได้ดี

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่า t-test ระหว่างก่อนใช้ หลังใช้ 1 สัปดาห์ และหลังใช้ 2 สัปดาห์ ของเจลล้างหน้าในกลุ่มอาสาสมัคร

ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าความแตกต่าง (p)		
	ก่อนใช้-1 สัปดาห์	1 สัปดาห์-2 สัปดาห์	ก่อนใช้-2 สัปดาห์
1. ความสะอาด	0.05	0.1	0.004
2. สิว	0.1	0.09	0.01
3. ความมัน	0.1	0.1	0.008
4. ผิวแห้ง	0.2	0.2	0.04
5. การระคายเคือง	0.3	0.2	0.5

7. ผลความพึงพอใจ

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เจลล้างหน้า โดยภาพรวมอยู่ในระดับพอใจมาก ($\overline{X} = 4.1, S.D. = 0.6$) แสดงให้เห็นว่า เจลล้างหน้าจากพรอพอลิสผลิตขึ้นมามีคุณภาพ โดยมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใจมากที่สุด จำนวน 1 หัวข้อ ได้แก่ สีของเจลล้างหน้า ($\overline{X} = 4.5, S.D. = 0.5$) และมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใจมาก จำนวน 11 หัวข้อ ได้แก่ กลิ่นของเจลล้างหน้า ($\overline{X} = 4.4, S.D. = 0.7$) ความหนืดของเจลล้างหน้า ($\overline{X} = 3.7, S.D. = 0.5$) การเกิดฟอง ($\overline{X} = 4.1, S.D. = 0.7$) ความสะอาดบนใบหน้า ($\overline{X} = 4.1, S.D. = 0.7$) ลดความมัน ($\overline{X} = 4.1, S.D. = 0.7$) ความเต่งตึง($\overline{X} = 3.6, S.D. = 0.7$) การลดลงของสิว ($\overline{X} = 4.3, S.D. = 0.9$) ความชุ่มชื้น ($\overline{X} = 4.5, S.D. = 0.5$) ความเป็นไปได้ที่จะจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสูตรนี้ ($\overline{X} = 3.9, S.D. = 0.6$) และความพึงพอใจโดยรวม ($\overline{X} = 4.2, S.D. = 0.6$)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ด้วย FT-IR แสดงให้เห็นว่าพรอพอลิสมีองค์ประกอบของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และฟีนอลิก และพรอพอลิสมีขนาดอนุภาคระหว่าง 80-200 ไมครอน มีพื้นที่ผิวน้อยมาก คือ 0.6610 m^2/g
2. ทำการผสมน้ำผึ้งชันโรงและพรอพอลิสลงไปในเฟส A ซึ่งเป็นเฟสของน้ำ น้ำผึ้งละลายเข้ากันได้ดี และสังเกตเห็นอนุภาคของพรอพอลิสแขวนลอยในเนื้อเจล
3. ผลการทดลองใช้เจลล้างหน้าสามารถกำจัดสิว รักษาความสะอาด ลดความมัน และทำให้ผิวไม่แห้ง มีความชุ่มชื้น ได้อย่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อลักษณะทางกายภาพของเจลล้างหน้า ในเรื่องของสี ความหนืด การเกิดฟอง อยู่ในระดับพอใจมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะความหนืดของเจลล้างหน้าจะเปลี่ยนแปลง เมื่อวางไว้สักระยะหนึ่ง คาดว่าเป็นผลมาจากปริมาณของโลหะไอออนที่มีอยู่ในพรอพอลิสที่ตรวจพบด้วยเทคนิค EDS ถึงแม้ว่ามีโลหะไอออนเพียงเล็กน้อย จะส่งผลต่อความเสถียรของเจลล้างหน้า แต่ลักษณะการเกิดโฟมยังคงเหมือนเดิม สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานจริงในด้านการ

กำจัดสิว ด้านการลดความมันบนใบหน้า ด้านการทำความสะอาดสิ่งสกปรก ไม่ได้เป็นผลมาจากพื้นที่ผิวของพรอพอลิส แต่เป็นผลมาจากค่าประจุบนพื้นผิวของพรอพอลิสที่สามารถดูดซับสิ่งสกปรกทั้งหลายได้

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การทดลองใช้ในกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 10 คนนี้ ไม่ได้ผ่านการพิจารณาอนุญาตการทดลองในคน จากคณะกรรมการจริยธรรมการทดลองในคน เนื่องจากว่าสูตรที่ใช้เป็นสูตรที่มีใช้อย่างแพร่หลาย ผ่านการทดสอบมาว่าไม่ก่อให้เกิดการแพ้ ระคายเคืองใด ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ควรจะผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการทดลองในคนในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อ ๆ ไป
2. สูตรที่ใช้ทำเจลนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเติมสารสกัดอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ได้ สามารถทำเองได้ง่ายในระดับชุมชน

เอกสารอ้างอิง

เกษราพร สุอรุณ และโกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2555). จลนศาสตร์การดูดซับไอออนเงินโดยเรซินไคโตซาน. **ว. วิทย. มข.**, 40 (4) 1285-1300.

ณัฏฐ์พัชร เถียรวรกานต์. (2015). **อนุกรมวิธานชันโรงประเทศไทย**. ฐานเรียนรู้ผึ้งชันโรง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. [On-line]. Available: www.nstda.or.th.

สุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์ และวราภรณ์ เมธาวิริยะศิลป์. จุดไร้ประจุอ๊อกไซด์กับการเตรียมคะตะลิสท์. **วิศวกรรมวารสาร มข.**, 25 (2) 105-119.

สรจักร ศิริบริรักษ์. (2547). พรอพอลิสคืออะไร. Herbs for Health แพรว รายปักษ์ ปีที่ 26, ฉบับที่ 602, ผู้เชี่ยวชาญเภสัชสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข.

ฮาซัน ดอปอ และคณะ. (2560). ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของพรอพอลิสจากชันโรงและผลิตภัณฑ์สบู่พรอพอลิส. สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

Mouhoubi-Tafinine, Z., Ouchemoukh, S. and Tamendjari, A. (2016). Antioxydant activity of some Algerian honey and propolis. **Industrial Crops and Products**, 88, 85-90.