รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ แชมพูและโลชั่นบำรุงผิวจากไขผึ้งและน้ำผึ้งบริสุทธิ์

Process Development for the Products of Honey and Bee wax Based Soap and Shampoo

คณะผู้วิจัย

นงนาถ พ่อค้า อรวรรณ ดวงภักดี ปรีชา รอดอิ่ม และกัลย์ธีรา สุนทราภิรักษ์กุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ปีงบประมาณ 2558-2559

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 ขอขอบพระคุณ ขอขอบคุณ ผศ. วิญญู จิตสัมพันธเวช และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ในการใช้เครื่องมือเพื่อทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบเคมีของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ขอขอบพระคุณเกษตรกรทุกท่าน ที่กรุณาให้ความร่วมมือและใช้พื้นที่ในการศึกษาวิจัย จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะวิจัย
กุมภาพันธ์ 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลิตผลจากรังผึ้ง คือ น้ำผึ้งและไขผึ้ง โดยพัฒนาสบู่กลีเซอรีนน้ำผึ้ง แชมพูน้ำผึ้ง โดยมีการพัฒนาและทดสอบ ความคงตัว การเปลี่ยนแปลงทั้งทางฟิสิกส์และเคมี จากนั้นทำการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 ชนิด มีสูตรสุดท้ายที่คงตัวและได้รับระดับความพึงพอใจของอาสาสมัครที่ทดลองใช้ในระดับดีมาก งานวิจัยได้วิเคราะห์ศักยภาพของส่วนผสมที่เป็นผลิตผลจากรังผึ้งและแนะแนวทางในการพัฒนาต่อเพื่อต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เชิงการค้า โดยผลิตภัณฑ์พัฒนาขึ้นเป็นส่วนนึงของการพัฒนาฟาร์มผึ้งแบบไร้ของเสีย (Zero waste beekeeping) ซึ่งเป็นการนำผลิตผลที่ได้จากรังผึ้งมาใช้และพัฒนาให้เกิดรายได้ในระดับครัวเรือน

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

หน้า

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ก
บทคัดย่อ ข
สารบัญเรื่อง (Table of Contents) ง
สารบัญตาราง (List of Tables) ฉ
สารบัญภาพ (List of Illustrations) ช
บทที่ 1 บทนำ (Introduction) 1
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods) 8
บทที่ 3 ผลการวิจัย (Results) 15
บทที่ 4 ข้อวิจารณ์ (Discussion) 74
เอกสารอ้างอิง (References)
ภาคผนวก (Appendix)

สารบัญตาราง (List of Tables)

		หน้า
ตารางที่ 1.1	องค์ประกอบของน้ำผึ้ง	5
ตารางที่ 1.2	คุณภาพของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่างๆ ในประเทศไทย	5
ตารางที่ 1.3	องค์ประกอบของไขผึ้งจากผึ้งแต่ละชนิด	8
ตารางที่ 1.4	คุณลักษณะของไขผึ้งตามมาตรฐานสากล	9
ตารางที่ 3.1	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของไขผึ้ง	18
ตารางที่ 3.2	สบู่สูตรต่างๆ	21
ตารางที่ 3.3	การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสบู่เมื่อเวลาผ่านไป	23
ตารางที่ 3.4	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสบู่ก่อนเมื่อเวลาผ่านไป	23
ตารางที่ 3.5	ความพึงพอใจต่อสบู่ใสกลีแซอรีน	24
ตารางที่ 3.6	สูตรแชมพู	24
ตารางที่ 3.7	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของแชมพูเมื่อเวลาผ่านไป	25
ตารางที่ 3.8	ความพึงพอใจต่อแชมพูน้ำผึ้ง	25
ตารางที่ 3.9	สูตรครีมบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร	27
ตารางที่ 3.10	การเปลี่ยนแปลงความหนืดของครีมเมื่อเวลาผ่านไป	28
ตารางที่ 3.11	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของครีมเมื่อเวลาผ่านไป	28
ตารางที่ 3.12	ความพึงพอใจต่อครีมบำรุงผิว	29

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

		หน้า
รูปที่ 2.1	รังผึ้งมิ้ม *Apis florea* และผึ้งโพรง *Apis cerana* อายุ 60 วัน ที่นำมาสกัดเอาไขผึ้ง	11
รูปที่ 2.2	น้ำผึ้งผึ้งมิ้ม *Apis florea* และผึ้งโพรง *Apis cerana*	12
รูปที่ 3.1	รังผึ้งโพรง *Apis carana*	15
รูปที่ 3.2	น้ำผึ้งจากผึ้งโพรง	16
รูปที่ 3.3	รวงรังผึ้งโพรง *Apis cerana* ที่ได้จากการทิ้งรัง เรียงตามลำดับรวงรังที่เพิ่งสร้างใหม่ (หมายเลข 1) ไปจนถึงรวงรังเก่า (หมายเลข 6) ลักษณะทางกายภาพของรวงรังและไขผึ้ง	16
รูปที่ 3.4	กระบวนการสกัดไขผึ้ง	17
รูปที่ 3.5	สีของไขผึ้ง	18
รูปที่ 3.6	สบู่ก้อนใสกลีเซอรีน	22
รูปที่ 3.7	แสดงการแยกชั้นของแชมพูเมื่อตั้งทิ้งไว้ 6 เดือน	26
รูปที่ 3.9	ลักษณะของครีมแต่ละสูตร	28
ภาพที่ 3.22	ขาตั้งแขวนรังผึ้งมิ้มจากวัสดุอุปกรณ์ที่ทำจากเหล็ก	45

ภาพที่ 3.23	ขาตั้งแขวนรังผึ้งมิ้มจากวัสดุอุปกรณ์ที่ทำจากท่อ PVC	46
ภาพที่ 3.24	คอนผ่าครึ่งที่ออกแบบได้	48
ภาพที่ 3.25	การสร้างรังหุ้มคอนผ่าครึ่ง (ก) การเก็บน้ำผึ้ง (ข) และ น้ำผึ้งที่เก็บได้ (ค)	48
ภาพที่ 3.26	ผึ้งมิ้มจากรังที่ทดลองเลี้ยงสร้างไขยึดกับคอนผ่าครึ่ง (semicomb)	49
ภาพที่ 3.27	อัตราการยอมรับคอนผ่าครึ่ง	50
ภาพที่ 3.28	ปริมาณน้ำผึ้งที่เก็บได้จากธรรมชาติ โดยการสุ่มตัวอย่างรังขนาดต่างๆ จากร้านค้า 7 ร้าน ที่ตั้งขายอยู่ในพื้นที่เขาบิน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	51
ภาพที่ 3.29	ปริมาณน้ำผึ้งที่ตัดได้ครั้งแรกในการทดลองเลี้ยง (N=9) และจากรังที่เก็บได้จากธรรมชาติ (N=12) (N=12)	52
ภาพที่ 3.30	ปริมาณน้ำผึ้งที่เก็บได้จากเทคนิคการเลี้ยงผึ้งมิ้มที่พัฒนาขึ้น (N=12)	53
ภาพที่ 3.31	ปริมาณน้ำผึ้งที่เก็บได้ครั้งแรกจากการตีผึ้งจากธรรมชาติ (Natural) และจากวิธีที่พัฒนาขึ้น (Beekeeping)	54
ภาพที่ 3.32	ปริมาณน้ำผึ้งที่เก็บได้ จากการตีผึ้งจากธรรมชาติ (Natural) และจากวิธีการเลี้ยงผึ้งที่พัฒนาขึ้น (Treatment)	59
ภาพที่ 3.33	ยานพาหนะที่ใช้ในการสำรวจเพื่อหารังผึ้ง	60
ภาพที่ 3.34	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตีผึ้งมิ้มแบบดั้งเดิม	60
ภาพที่ 3.35	การตีผึ้งมิ้มแบบดั้งเดิม	61
ภาพที่ 3.36	การบรรจุรังผึ้งมิ้มที่ตีแล้วเพื่อเดินทางมาส่ง ณ ร้านขายผึ้ง	62
ภาพที่ 3.37	ร้านค้าที่รับรังผึ้งจากนักล่าผึ้งเพื่อมาแขวนขายหน้าร้านริมถนนบริเวณถ้ำเขาบิน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	63
ภาพที่ 3.38	การลงพื้นที่เพื่อสำรวจร้านขายผึ้งมิ้มบริเวณถ้ำเขาบิน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณรัง ขนาดรัง และปริมาณน้ำผึ้งที่ขาย	64
ภาพที่ 3.39	แสดงปริมาณรังผึ้งมิ้มเฉลี่ยที่ตีได้ในแต่ละฤดูของร้านค้า 7 ร้านที่วางขายในพื้นที่ถ้ำเขาบิน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ฤดูแรกเริ่ม (Moderate) ฤดูหลาก (High) และฤดูซบเซา (Low)	65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นจากธรรมชาติในปัจจุบัน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศโดยการพัฒนาบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของสิ่งแวดล้อม โดยใช้ประโยชน์จากจุดแข็งและปรับปรุงแก้ไขจุดอ่อนของทุนทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ ประเทศไทยซึ่งอุดมไปด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ การพัฒนาใช้ประโยชน์กับทรัพยากรที่มีอยู่ นับว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงที่จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาประเทศทุกมิติองค์รวม ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุลและยั่งยืน

น้ำผึ้ง ไขผึ้ง และสมุนไพรไทยเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่แต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว มีการใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ประอรผิวมายาวนานตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบันซึ่งสามารถศึกษาวิจัยในเชิงลึก เป็นข้อมูลสนับสนุนคุณสมบัติดังกล่าว เหมาะสมที่จะถูกนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

ก. คุณสมบัติเฉพาะตัวที่เหมาะสมและส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์

น้ำผึ้ง: น้ำผึ้งมีคุณสมบัติตามธรรมชาติคือ เป็นฮิวแมกแทนท์ (humectant) ให้ความชุ่มชื้นตามธรรมชาติและกักเก็บความชื้น ทำให้ผิวหนังมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น เป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) มีบทบาทในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสงและช่วยในการเสริมสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ นอกจากนี้น้ำผึ้งยังเป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระดับที่พอเหมาะ ลดการติดเชื้อและอักเสบได้ดี

ไขผึ้ง: เป็นไขบริสุทธิ์จากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติดีมากและมีความปลอดภัยสูง เป็นไขที่ใช้เป็นสารเชื่อมประสานในยา คุณสมบัติด้านเครื่องสำอางค์ ไขผึ้งมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ คือ เป็นสารก่ออีมัลชั่น (emulsifier) ที่ทำให้องค์ประกอบในเครื่องสำอางค์เกิดการเชื่อมประสาน ฮิวแมกแทนท์ (humectants) ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและกักเก็บความชื้นให้แก่ผิว เป็นอีมอลเลียนท์ (emollient) ที่ดี ช่วยให้ผิวเนียน นุ่ม ชุ่มชื้น นอกจากนี้ไขผึ้งจะไม่ทำให้เกิดการอุดตันรูขุมขน มีคุณสมบัติด้านการสมาน บรรเทาการอักเสบได้ดีด้วย

ข. เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่สามารถผลิตได้ในประเทศ

น้ำผึ้ง และไขผึ้ง เป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ สามารถทำให้บริสุทธิ์โดยผ่านกระบวนเรียบง่ายและไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง จึงมีต้นทุนการผลิตต่ำ ลดการนำเข้าและส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจแบบพอเพียงอย่างความยั่งยืน

ค. แนวโน้มของผลิตภัณฑ์ที่กลับสู่ธรรมชาติความเป็นจริง ผู้บริโภคในอนาคตจะหันกลับมานิยมผลิตผลที่เป็นธรรมชาติมีความเรียบง่าย (Simple) สะอาด (Clean) บริสุทธิ์ (Pure) และมีความยั่งยืน (Sustainable) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ น้ำผึ้งและไขผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ตามแนวทางดังกล่าวได้ เนื่องจากมาจากธรรมชาติ ผลิตได้ในประเทศ สามารถทดแทนสารสังเคราะห์อื่นได้หลายชนิด

ดังนั้น การแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ น้ำผึ้งและไขผึ้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติการบำรุงผิวให้ชุ่มชื้น ชะลอการเหี่ยวย่น และป้องกันแสงแดด เนื่องจากน้ำผึ้งช่วยให้ผิวมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นไม่แห้งตึง รวมทั้งเป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) มีบทบาทในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสงและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดี ส่วนไขผึ้งช่วยเป็นสารก่ออีมัลชั่น (emulsifier) ช่วยประสานให้เนื้อสารของผลิตภัณฑ์

รวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีและตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น ก่อให้เกิดรายได้ เกิดการขยายตลาด และพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนฐานรากให้มีความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

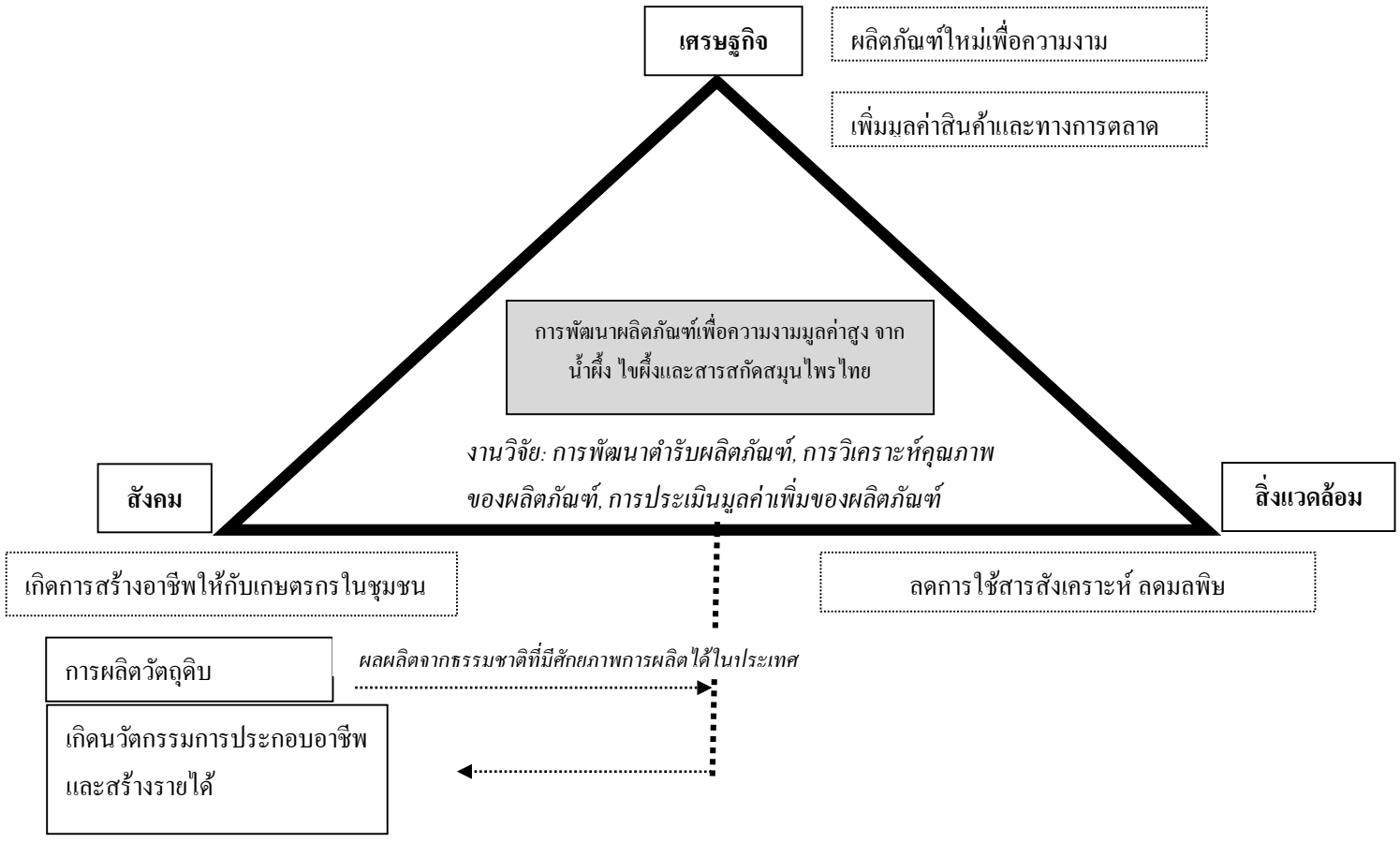
เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากการใช้น้ำผึ้ง ไขผึ้งและสารสกัดสมุนไพรเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์สบู่ แชมพู และโลชั่นบำรุงผิว

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมสบู่ แชมพู และโลชั่นบำรุงผิว จาก น้ำผึ้ง ไขผึ้ง และสารสกัดสมุนไพรไทย โดยใช้วัตถุดิบจากกลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบการผลิตในพื้นที่จังหวัดราชบุรี โดยกลุ่มเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบผสมผสานปลอดสารพิษ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น หลังจากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ประเมินต้นทุนและการเพิ่มมูลค่าจากผลิตภัณฑ์จากผึ้ง จากนั้นถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อเป็นแนวทางในการขยายขนาดการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

แนวคิดของโครงการวิจัยนี้ การพัฒนาคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศ วิจัยและประยุกต์ใช้ให้เกิดการบูรณาการวัตถุดิบธรรมชาติ 3 ชนิด คือ น้ำผึ้ง ไขผึ้งและสารสกัดสมุนไพรต่างๆ ดังนี้



1.5 ผึ้งและผลิตภัณฑ์จากผึ้ง

เป็นแมลงผสมเกสรที่มีความสำคัญทั้งต่อระบบนิเวศน์ มีประชากรจำนวนมาก 5,000 - 100,00 ตัว และออกหาอาหารตลอดทั้งปี การเป็นแมลงผสมเกสรสำคัญมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) นอกจากนี้ผึ้งยังได้รับการยอมรับว่าเป็นแมลงผสมเกสรที่ดีที่สุด สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้มากถึง 30 –300% ขึ้นอยู่กับลักษณะของดอกไม้พืชผล เกิดการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลผลิตจากผึ้งที่มีคุณค่าหลายชนิดทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่มนุษย์ เช่น น้ำผึ้ง (honey) เกสรผึ้ง (pollen) นมผึ้ง (royal jelly) พรอพอลิส (propolis) ผลิตภัณฑ์จากผึ้งอุดมไปด้วยสารมูลค่าสูงและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ มีการนำมาเป็นอาหารและใช้ในอุตสาหกรรมหลายด้าน เช่น ยา เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ทำเทียนไข กาวและหมาก (Winston, 1987) โดยมีความโดดเด่นด้านคุณสมบัติที่ถูกนำมาใช้ในด้านความงามมายาวนานดังนี้คือ

น้ำผึ้ง (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)

น้ำผึ้งเป็นผลิตผลของน้ำหวาน (nectar) จากดอกไม้และจากแหล่งน้ำหวานอื่น ๆ เช่น น้ำหวาน (honey dew) จากเพลี้ยที่ผึ้งไปเก็บมาและผ่านขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและกายภาพบางประการจนกลายเป็นน้ำผึ้ง แล้วสะสมไว้ในรังผึ้ง (Winston, 1987) สรรพคุณของน้ำผึ้งได้ถูกกล่าวถึงมาตั้งแต่ยุคโบราณ ชาวกรีกจะดื่มน้ำผึ้งก่อนลงแข่งขันกีฬาโอลิมปิคเพราะเชื่อว่าน้ำผึ้งช่วยขจัดความเมื่อยล้าได้ แพทย์ชาวอียิปต์ได้ใช้น้ำผึ้งช่วยสมานแผลในการผ่าตัดเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะรู้จักแบคทีเรียเสียอีก (สมานวนกิจ,หลวง, 2507) น้ำผึ้งมีคุณสมบัติในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรค จึงเป็นที่ยอมรับของแพทย์ในสมัยปัจจุบันในเรื่องการใช้น้ำผึ้งเป็นยารักษาแผลบางชนิด โดยเฉพาะแผลที่เกิดจากการผ่าตัดและแผลเรื้อรังของคนเป็นเบาหวาน (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริและคณะ, 2551)

น้ำผึ้งมีคุณสมบัติตามธรรมชาติคือ เป็นฮิวแมกแทนท์ (humectant) ให้ความชุ่มชื้นตามธรรมชาติและกักเก็บความชื้น ทำให้ผิวหนังมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น มีสารแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) ในปริมาณที่มีนัยสำคัญ (Miorin et al., 2003) ทำให้มีบทบาทในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสงและช่วยในการเสริมสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ นอกจากนี้น้ำผึ้งยังเป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระดับที่พอเหมาะ (DeMera and Angert, 2004) ลดการติดเชื้ออักเสบได้ดีและส่งเสริมการรักษาเสริมสร้างเซลล์ผิวที่ถูกทำลาย น้ำผึ้งบริสุทธิ์ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง อ่อนโยนแม้กับผิวที่บอบบาง (Dixit, 2005) จึงมีการนำน้ำผึ้งมาใช้ด้านความงามอย่างแพร่หลาย (Dixit, 2005; Crane, 1990; Oldroyd and Wongsiri, 2006)

น้ำผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผึ้ง ซึ่งได้มาจากน้ำตาลในธรรมชาติที่เรียกว่า "nectar" คือน้ำหวานที่หลั่งออกมาจากดอกไม้หรือพืชชนิดต่างๆ (Adewumi and Ogunjinmi, 2011) นอกจากนั้นยังได้น้ำหวานจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากเพลี้ยที่อาศัยบนพืช เรียกว่า "honey dew" เป็นต้น ซึ่งต่างจากน้ำผึ้ง โดยผึ้งจะเก็บน้ำหวานไว้ในกระเพาะเก็บน้ำผึ้ง ซึ่งเอนไซม์จากต่อมน้ำลายที่ถูกขับออกมาเพื่อเปลี่ยนน้ำหวานให้กลายเป็นน้ำผึ้ง การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ผึ้งเริ่มบินกลับรัง ในขณะที่ผึ้งกระพือปีกจะเกิดพลังงานความร้อนช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์และลดความชื้นในน้ำหวาน เมื่อผึ้งงานกลับถึงรังจะคายน้ำหวานที่ผ่านกระบวนการแล้วให้กับผึ้งงานประจำรังซึ่งจะรับกันด้วยปากต่อปาก ในขณะนั้นน้ำหวานยังมีความชื้นสูงมากถึง 30-40% ต่อมาผึ้งงานประจำรังจะนำน้ำหวานไปเก็บในหลอดรวงน้ำผึ้ง เมื่อผึ้งกลับรังในตอนเย็นจะช่วยกันกระพือปีก ทำให้มีการระเหยของน้ำหวานอีกจนเข้มข้นมาก

ขึ้น ทำให้เหลือน้ำอยู่เพียง 20-25% จากนั้นผึ้งงานจะใช้ไขผึ้งปิดหลอดรวงที่เก็บน้ำผึ้งที่เข้มข้นไว้ใช้เพื่อให้พลังงานในชีวิตประจำวันและในยามขาดแคลนอาหารต่อไป

การผลิตน้ำหวานหรือ nectar ของพืชขึ้นกับกระบวนการสังเคราะห์แสง การขนส่งน้ำตาล การหายใจและการเจริญเติบโตในพืช การสร้างน้ำต้อยจะแตกต่างไปตามชนิด อายุของดอกไม้ และช่วงเวลาในแต่ละวันด้วย ดอกไม้บางชนิดมีน้ำหวานเฉพาะในเวลาเช้าหรือบ่าย บางชนิดมีตลอดทั้งวัน ผึ้งจะบินไปตอมหาน้ำหวานในช่วงที่ดอกไม้บานและมีน้ำหวานมากที่สุดเท่านั้น น้ำหวานประกอบไปด้วยเกลือแร่ต่างๆ สารประกอบไนโตรเจน วิตามิน และรงควัตถุของพืช สำหรับน้ำตาลนั้นจะมีปริมาณตั้งแต่ 50-80% และส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส ความแตกต่างของน้ำผึ้งขึ้นกับธรรมชาติของดอกไม้ที่เป็นแหล่งอาหารของผึ้ง ซึ่งทำให้น้ำผึ้งที่ได้มีกลิ่น รส และสีสันแตกต่างกันออกไปด้วย เช่น น้ำผึ้งที่ได้จากดอกลำไยจะมีสีเหลืองเข้มจนเกือบเป็นสีน้ำตาล รสหวานแหลม มีกลิ่นหอมซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของลำไย น้ำผึ้งสาบเสือจะมีสีเหลืองอ่อน รสหวานจัด กลิ่นคล้ายดอกเก็กฮวย เป็นต้น

ส่วนประกอบของน้ำผึ้ง

น้ำผึ้งเป็นผลผลิตของน้ำหวานจากดอกไม้และแหล่งน้ำหวานอื่นๆ ที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ในตัวผึ้ง องค์ประกอบหลักของน้ำผึ้งประกอบด้วยน้ำตาลเชิงเดี่ยว ได้แก่ กลูโคส และฟรักโทส เป็นองค์ประกอบหลัก ที่เหลือเป็นน้ำตาลเชิงคู่ ได้แก่ซูโครสและมอลโทส และน้ำตาลเชิงซ้อนอื่นๆ นอกจากนี้องค์ประกอบของน้ำผึ้งยังมี โปรตีน วิตามินบี แร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) เช่น ฟลาโวนอยส์ (flavonoids) วิตามินซี (ascobic acid) คะตะเลส(catalase) และเซเลเนียม (selenium) และมีกรดอินทรีย์หลายชนิดรวม ประมาณร้อยละ 0.57 (Robson et al., 2009)

นอกจากนี้ยังพบเอนไซม์ในน้ำผึ้งอยู่หลายชนิด ได้แก่ อินเวอร์เทส (invertase) อะไมเลส (amylase) และกลูโคสออกซิเดส (glucose oxidase) ซึ่งเอนไซม์อินเวอร์เทสทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนซูโครสเป็นกลูโคสและฟรักโทส ส่วนเอนไซม์อะไมเลสมีความเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายแป้งในเรณูที่เก็บมา และเอนไซม์กลูโคสออกซิเดสเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนกลูโคสเป็นกรดกลูโคนิกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสภาวะที่มีน้ำ เช่น ในน้ำผึ้งระหว่างการบ่มในรังผึ้ง เป็นต้น (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และคณะ, 2555)

ในน้ำผึ้งมีน้ำประมาณร้อยละ 16-25 ขึ้นกับปัจจัยหลัก ได้แก่ กรรมวิธีในการเก็บน้ำผึ้งและสภาวะแวดล้อมในการสกัดและเก็บน้ำผึ้ง ผู้เลี้ยงผึ้งจะต้องรอให้น้ำผึ้งเข้มข้นเสียก่อน โดยสังเกตว่าว่าหลอดรวงของน้ำผึ้งที่ได้ที่แล้ว ผึ้งงานจะนำไขผึ้งมาปิดเพื่อป้องกันความชื้นเข้าไป ซึ่งปริมาณความชื้นในน้ำผึ้งจะขึ้นกับความชื้นในอากาศด้วย ในฤดูแล้งน้ำผึ้งที่เก็บได้จะมีความชื้นต่ำ แต่ในฤดูฝนจะมีความชื้นสูง ดังนั้น น้ำผึ้งเดือน 5 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง จึงเป็นน้ำผึ้งที่มีคุณภาพดี จากงานวิจัยของ ศราวุฒิ ม่วงศรี (2551) ทำการศึกษาเรื่องการเลี้ยงผึ้งพันธุ์เพื่อผลิตน้ำผึ้งเดือน 5 พบว่าความแตกต่างระหว่างรังผึ้ง 5-15 รังต่อพื้นที่ ไม่มีผลกระทบต่อการเก็บน้ำหวานของผึ้งในช่วงเดือน 5 ผึ้งพันธุ์มีการเก็บน้ำหวานสะสมในรังเพียงพอต่อการบริโภค และมีการดำเนินกิจกรรมในรังเป็นปกติ

นอกจากนี้ การผลิตน้ำผึ้งน้ำสามารถแบ่งตามวิธีการผลิตได้ดังนี้

- น้ำผึ้งที่ได้จากการสกัดแยก (extracted honey) โดยการปั่นเหวี่ยง
- น้ำผึ้งที่ได้จากการบีบอัด (pressed honey) โดยใช้เครื่องหรือแรงกล
- น้ำผึ้งที่ได้จากการเทออก (drained honey) โดยการตัดฝาที่ปิดหลอดรวงและปล่อยให้น้ำผึ้งไหลออกมา

สำหรับน้ำผึ้งที่มีความชื้นสูง ผู้ผลิตอาจลดความชื้นลงโดยใช้เครื่องมือระเหยน้ำออก แต่วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมนัก เพราะเมื่อน้ำผึ้งผ่านความร้อนจะเป็นการทำลายเอนไซม์และเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของน้ำผึ้งให้เข้มขึ้น

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของน้ำผึ้ง (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และคณะ, 2555)

องค์ประกอบ	จำนวนร้อยละ	จำนวนกรัม
น้ำ (ความชื้น)	17.2	78
ลีวูโลส (levulose หรือd-fructose) **	38.19	173.2
เดกซ์โทรส (dextrose หรือd-glucose) **	31.28	141.9
ซูโครส (sucrose หรือน้ำตาลทราย) **	1.31	5.9
มอลโทส (maltose) **	7.31	33.2
น้ำตาลอื่นๆ	1.50	6.8
กรด: กลูโคนิก (gluconic), ซิตริก (citric), มาลิก (malic),ซัลซินิก (succinic), ฟอร์มิก (formic), อะซีติก (acetic), บิวทีริก (butyric), แลคติก (lactic), ไพโรกลูตามิค (pyroglutamic) และกรดอะมิโน	0.57	2.6
โปรตีน	0.26	0.2
เถ้า (ash) หรือธาตุต่างๆ	0.17	0.8
อื่นๆ (วิตามินบี 1, วิตามินบี 2, ไนอะซิน, กรดแพนโททินิก, กรดนิโคทินิก และวิตามินซี)	2.21	10.0
รวม	100	454.6

หมายเหตุ: ** รวมปริมาณน้ำตาล

ในประเทศไทยมีน้ำผึ้งจากผึ้งหลวง ผึ้งโพรง ผึ้งมิ้ม และผึ้งมิ้มเล็ก การเลี้ยงสามารถเจาะจงให้ได้น้ำผึ้งจากแหล่งดอกไม้ที่ต้องการ เช่น ดอกลำไย ดอกลิ้นจี่ สาบเสือ เป็นต้น ทำให้คุณภาพของน้ำผึ้งมีลักษณะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 คุณภาพของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่างๆในประเทศไทย (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และทรรศนี ไชวงศ์, 2551)

ชนิดของน้ำผึ้ง	ความหวาน (% Brix)	ความเป็นกรด (pH)	น้ำตาลแปรรูป ลีวูโลส และเดกซ์โทส (% invert sugar)	สี (color)	ความชื้น (% Moisture)
ทุเรียน	78.33	4.8	68.61	สีน้ำผึ้งอ่อน	21.67
นุ่น	80.13	4.5	68.69	สีน้ำผึ้งอ่อน	19.87
ลำไย	78.20	5.9	65.34	สีน้ำผึ้งเข้มมาก	21.80
มะม่วง	80.00	4.9	64.08	สีน้ำผึ้งเข้ม	20.00
สาบเสือ	81.40	4.5	67.99	สีน้ำผึ้งอ่อนมาก	18.60
ลิ้นจี่	79.73	5.4	66.39	สีน้ำผึ้งปานกลาง	20.27
ยางพารา	76.40	4.7	67.35	สีน้ำผึ้งอ่อน	23.60
เงาะ	78.33	5.2	66.09	สีน้ำผึ้งปานกลาง	21.67

ส้ม	78.60	4.7	66.09	สีน้ำผึ้งอ่อน	21.40
น้ำผึ้งจากโพรง	76.40	-	67.50	สีน้ำผึ้งเข้ม	23.60
น้ำผึ้งจากผึ้งหลวง	76.50	-	71.20	สีน้ำผึ้งปานกลาง	23.50
น้ำผึ้งจากผึ้งมิ้ม	75.50	-	68.10	สีน้ำผึ้งอ่อน	24.50

ประโยชน์ของน้ำผึ้ง

มนุษย์นำน้ำผึ้งมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างๆ กัน ดังนี้

1) ใช้เป็นสารให้ความหวาน เป็นสารอาหารและเป็นอาหารเสริม สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร การใช้น้ำผึ้งจะช่วยให้รสชาติ และเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้บริโภคในปัจจุบันที่หันมานิยมบริโภคอาหารที่มีความเป็นธรรมชาติ นอกเหนือจากการให้ความหวาน ในผลิตภัณฑ์บางอย่าง เช่น ขนมคุกกี้ ขนมเค้ก แล้ว ยังมีการใช้น้ำผึ้งเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มฉ่ำ น่ารับประทาน สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการนำน้ำผึ้งไปใช้เป็นส่วนประกอบได้แก่ ผลิตภัณฑ์นมและไอศกรีม ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ผลไม้อบน้ำผึ้ง รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารที่บำรุงสุขภาพต่างๆ

2) น้ำผึ้งกับความงาม น้ำผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่ถูกใช้เพื่อความงามมาตั้งแต่สมัยโบราณ และยังคงใช้มาจนถึงปัจจุบัน ในการผลิตผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณและเส้นผม เนื่องจากคุณสมบัติตามธรรมชาติที่มีในน้ำผึ้ง มีดังนี้

- สารดึงดูดความชื้น (humectant) น้ำผึ้งเป็นสารให้ความชุ่มชื้นตามธรรมชาติ คือ สามารถดึงและเก็บความชื้นไว้ได้ ทำให้ผิวหนังมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น จึงเหมาะที่จะเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ที่ให้ความชุ่มชื้นต่างๆ ได้แก่ คลีนซิ่ง ครีม แชมพู และคอนดิชันเนอร์ และเนื่องจากน้ำผึ้งมาจากธรรมชาติและไม่ระคายเคืองผิวหนังจึงเหมาะอย่างมากกับผลิตภัณฑ์สำหรับผิวบอบบางและผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก

- สารแอนตี้ออกซิแดนต์ (antioxidant) น้ำผึ้งมีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนต์มีบทบาทในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสง UV และช่วยในการเสริมสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ ป้องกันโรคผื่นคัน (Molan et al., 2001) จากงานวิจัยของ Blassa และคณะ (2006) พบว่าน้ำผึ้งดิบมีสารประกอบจำพวก ฟลาโวนอยด์ และโพลีฟีนอลอื่นๆ ที่สามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้

- สารต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial agent) น้ำผึ้งมีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์ (Mandal M.D. and Mandal S., 2011) ซึ่งสามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณผิวหนังได้ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* เป็นต้น (Al-Waili, 2005) และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เนื่องจากเป็นสารละลายอิ่มตัวของน้ำตาลผสมของกลูโคสและฟรักโทส มีน้ำ 15-20% โดยน้ำหนัก และเป็นน้ำที่มีอันตรกิริยากับน้ำตาล ทำให้มีน้ำอิสระในรูปของ water activity มีค่าอยู่ในช่วง 0.562-0.620 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก เป็นการจำกัดปริมาณน้ำที่แบคทีเรียจะสามารถเติบโตได้ ยกเว้นยีสต์และราบางชนิด นอกจากนี้ยังมีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำ) อยู่ในช่วง 3.2-4.5 สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคได้หลายชนิด (Haniyeh et al., 2010) และปริมาณโปรตีนต่ำ ซึ่งทำให้แบคทีเรียไม่ได้รับไนโตรเจนที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต อีกทั้งในน้ำผึ้งยังมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์กลูโคสออกซิเดสเป็นตัวเร่ง โดยออกซิไดส์กลูโคสไปเป็นกรดกลูโคนิกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Mandal M.D. and Mandal S., 2011)

3) การใช้น้ำผึ้งในทางการแพทย์

นอกเหนือจากการต้านแบคทีเรียแล้ว น้ำผึ้งยังมีคุณสมบัติรักษาโรค เช่น ลดอาการอักเสบ ใช้ในการรักษาบาดแผล สามารถรักษาแผลเรื้อรังและสมานแผลผ่าตัด (Bardy et al., 2008) ในปัจจุบันเรียกว่า 'honey medicine" ซึ่งในทางการแพทย์โดยทั่วไปมีการใช้น้ำผึ้งมานูกา (Manuka honey) และน้ำผึ้งยา (Medihoney) น้ำผึ้งมานูกาเป็นน้ำผึ้งเอกลักษณ์เฉพาะ (mono-floral honey) ที่ได้มาจากต้น *Leptospermum scoparium* ในประเทศนิวซีแลนด์และออสเตรเลีย มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Vandamme et al., 2013) โดยเฉพาะ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) และ *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) ทำให้น้ำผึ้งเป็นอาหารที่สามารถรักษาแผล หรือแผลในกระเพาะอาหาร และนำมาใช้ในการปลูกถ่ายอวัยวะ จากการรวบรวมงานวิจัยของ Mandal M.D. และ Mandal S. (2011) พบว่า น้ำผึ้งมานูกามีความสามารถในการกระตุ้นเม็ดเลือดขาว (monocytes) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ macrophages เพื่อทำให้เกิดการหลั่งของ TNF-α(Tumor Necrosis Factor Alpha) ที่เป็น cytokine ชนิดหนึ่ง พบว่า TNF-α มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับหลายขบวนการ เช่น มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกัน การอักเสบ ควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ น้ำผึ้งมานูกายังสามารถลดปฏิกิริยาการปล่อยสารตัวกลาง ที่อาจจำกัดการทำลายเนื้อเยื่อ โดยการกระตุ้น macrophages ระหว่างการรักษาบาดแผล ดังนั้นน้ำผึ้งจึงมีคุณสมบัติในการรักษาบาดแผล

ไขผึ้ง (beeswax)

มนุษย์รู้จักนำไขผึ้งมาใช้เมื่อประมาณ 3,000-3,500 ปีก่อนคริสตกาล มีการนำมาใช้พิมพ์หล่อทองแดงและโลหะอื่นๆ มีการพบไขผึ้งบริเวณที่เก็บศพ หรือมัมมี่ในพีระมิดของอียิปต์โบราณ ไขผึ้งได้มาจากผึ้งงานที่ทำหน้าที่สร้างรวงรัง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผึ้งมีอายุ 12-18 วัน เนื่องจากมีต่อมไขผึ้ง (wax gland) ที่อยู่บริเวณปล้องท้องปล้องที่ 4-7 ที่เจริญดี ไขผึ้งที่ผึ้งงานผลิตออกมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ หรือเป็นเกล็ด โดยผึ้งจะดึงแผ่นไขผึ้งออกมาแล้วเคี้ยวให้นุ่มเพื่อนำไปสร้างหลอดรวงต่อไป

ไขผึ้งถูกใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆ คือ เครื่องสำอางค์ (25-30%) ยา (25-30%) เทียนไข (20%) และอื่นๆ อีก 10-20% (Crane, 1990) การใช้ไขผึ้งมีมายาวนานตั้งแต่ยุคโบราณ และหลักฐานการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันก็พบได้ทั่วไป (Crane, 1983; Hörandner et al, 1993, Krell, 1996) ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ไขผึ้งถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในครีม โลชั่น ลิปสติก มาสคาร่า โลชั่นระงับกลิ่นกาย ครีมนวดผม ฯลฯ โดยเป็นส่วนผสมดังนี้คือ 1. เป็นอีมอลเลียนท์ (emollient) ที่ดี ช่วยให้ผิวเนียน นุ่ม ชุ่มชื้น 2. เป็นสารก่ออีมัลชั่น (emulsifier) ที่ทำให้องค์ประกอบในเครื่องสำอางค์เกิดการเชื่อมประสาน 3. ฮิวแมกแทนท์ (humectants) ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารเคลือบผิวตามธรรมชาติ ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและกักเก็บความชื้นให้แก่ผิว ไขผึ้งเป็นไขบริสุทธิ์จากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติดีมากและมีความปลอดภัยสูง มีอัตราการก่อระคายเคืองต่ำมาก ไม่เป็นสารก่อระคายเคืองและสารก่อสิว (Comedogenicity) จัดอยู่ในระดับ 0 - 2 นั่นคือ เมื่อผสมในผลิตภัณฑ์จะไม่ทำให้เกิดการอุดตันรูขุมขน มีคุณสมบัติด้านการสมาน ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค (antiseptics) บรรเทาการอักเสบได้ดีด้วย ไขผึ้งนับเป็นไขในอุดมคติสำหรับเครื่องสำอางค์ (Crane, 1990; Rit and Behrer, 1999)

ส่วนประกอบของไขผึ้ง

ไขผึ้งประกอบด้วยสารประกอบพวกเอสเทอร์ร้อยละ 67 ไฮโดรคาร์บอนสายโซ่ยาว ร้อยละ 14 และกรดไขมันสายโซ่ยาวร้อยละ 12 (Tulloch, 1980)

สมบัติทางกายภาพของไขผึ้ง คือ เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 61-69 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.96 มีค่าดัชนีการหักเหเท่ากับ 1.44 ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์ที่เย็น เบนซิน/คลอโรฟอร์ม อีเทอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ เมื่อเผาไหม้ไขผึ้งจะให้เปลวไฟที่สะอาดและกลิ่นเฉพาะที่ดี ไขผึ้งอาจมีความแตกต่างกันตามชนิดของผึ้งและความบริสุทธิ์ หากมีเรณู ชันผึ้ง และน้ำผึ้งปนอยู่มาก จะทำให้สีและความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และคณะ, 2555)

ไขผึ้งจากผึ้งแต่ละสายพันธุ์ อาจมีลักษณะทางกายภาพ เช่น ความคงทน ความยืดหยุ่น เป็นต้น และองค์ประกอบทางเคมีบางอย่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม พฤติกรรมการสร้างรัง (Buchwald et al., 2006)

ตารางที่ 1.3 องค์ประกอบของไขผึ้งจากผึ้งแต่ละชนิด (Aicholz and Lorbeer, 1999)

สารประกอบ (%)	*A.florea*	*A.cerana*	*A.mellifera*	*A.dorsata*	*A.andreniformis*
Alkanes total	12.5	11.4	12.8	10.8	18.5
Alkenes total	7.5	7.4	2.9	0.6	5.9
Dienes total	-	-	-	-	3.4
Hydrocarbon total	20	18.8	15.7	11.4	27.8
Fatty acids total	0.8	3.6	18	4.9	2.6
Fatty alcohol total	0.4	1.8	0.6	-	-
Monoesters total	41.1	33.4	40.8	36.9	27.5
Hydroxymonoesters total	9.1	18.1	9.2	23.3	13.6
Diesters total	15.7	12.2	7.4	11.9	12.9
Hydroxydiesters total	2.3	3	-	1.4	3.9
Esters total	68.2	66.7	57.4	73.5	57.9
Total	89.4	90.9	91.7	89.8	88.3

องค์ประกอบของไขผึ้งประกอบด้วยสารกลุ่มแอลเคน แอลคีน กรดไขมันอิสระ ไฮโดรคาร์บอน โมโนเอสเทอร์ ไดเอสเทอร์และไฮดรอกซีโมโนเอสเทอร์ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารประกอบหลักของไขผึ้ง ส่วนแอลกอฮอล์ไขมัน (Fatty alcohol) และไฮดรอกซีไดเอสเทอร์ เป็นองค์ประกอบรองของไขผึ้ง (Hepburn et al., 2011)

มาตรฐานไขผึ้ง (European Food Safety Authority, 2007, Ethiopian Standard 2005 และ Kenya Standard, 2013)

มาตรฐานไขผึ้งของไทยยังไม่พบข้อมูล ดังนั้นจึงใช้มาตรฐานเทียบกับมาตรฐานสากล ซึ่งเป็นมาตรฐานของยุโรป เอทิโอเปีย และประเทศเคนยา ซึ่งสรุปดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 คุณลักษณะของไขผึ้งตามมาตรฐานสากล

ที่	คุณลักษณะ	ค่ามาตรฐาน
1	จุดหลอมเหลว (Melting point) (°C)	62 - 65
2	ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity at 20° - 25 °C)	0.9500 - 0.9600
3	ดัชนีหักเหแสง (Refractive index at 75 °C)	1.4398 -1.4455
4	ค่าความเป็นกรด (Acid value)	17 - 24
5	ปริมาณเอสเทอร์ (Ester value)	70 - 79
6	อัตราส่วน Ester-acid (Ester-acid ratio)	3.0 -4.3
7	ค่าสพอนิฟิเคชัน Saponification value	88 - 102
8	ค่าไอโอดีน (Iodine value, max)	10
9	เถ้า (Ash, % by mass, max)	0.6
10	ไขมันและกรดไขมัน (Fats, fatty acid, Japan wax and rosin)	to pass test
11	ปริมาณไฮโดรคาร์บอน (%Hydrocarbons content)	18 %

ประโยชน์ของไขผึ้ง

ในสมัยก่อนมีการใช้ไขผึ้งในกิจกรรรต่างๆ ประเทศแถบยุโรปบางแห่งใช้ไขผึ้งเป็นสื่อกลางของการแลกเปลี่ยนแทนเงิน สถาปนิกมีการใช้สำหรับปั้นหุ่นหรือโครงสร้างจำลองต่างๆ ในประเทศไทยใช้เป็นหุ่นในการหล่อพระพุทธรูปมาตั้งแต่สมัยโบราณ (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และคณะ, 2555) ปัจจุบันมีการนำไขผึ้งมาใช้ประโยชน์มากมาย ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางร้อยละ 35-40 ส่วนประกอบของยาร้อยละ 25-30 เทียนไขร้อยละ 20 และอื่นๆ อีกร้อยละ 10-20

ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความสามารถในการกั้นน้ำได้เป็นสมบัติสำคัญที่ทำให้สามารถนำไขผึ้งไปใช้ในการเคลือบผิว หรือขัดผิวให้มันวาว และยังใช้ประโยชน์จากไขผึ้งเพื่อเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางและยา ไขผึ้งสามารถนำมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักในครีมต่างๆ เช่น ครีมบำรุงผิว และโลชั่น ซึ่งไขผึ้งมีคุณสมบัติเพิ่มการอุ้มน้ำของครีม ตามข้อมูลขององค์การเภสัชกรรมของอเมริกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นครีมมีน้ำเป็นส่วนประกอบอย่างน้อยร้อยละ 50

ไขผึ้งยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของการทำสบู่ และช่วยในการทำให้เกิดความคงตัวของสารที่มีลักษณะเป็นอีมัลชัน ดังนั้นจึงนำมาใช้ในการเป็นตัวประสาน (emulsified) และใช้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ยาสำหรับผิว ครีมที่มีส่วนผสมของไขผึ้งจะมีลักษณะข้น เนื้อสัมผัสเนียนเรียบ มีความคงตัวในครีมหรือโลชัน จะมีส่วนประกอบของน้ำ ดังนั้นไขผึ้งจึงเป็นตัวอีมัลซิไฟด์ โดยทำปฏิกิริยากับ อัลคาไลน์ เช่น บอแรกซ์ ที่มาจากการกระจายตัวของน้ำ โดยที่บอแรกซ์จะไปทำปฏิกิริยา สปอนิฟิเคชันกับไขผึ้ง ซึ่งใช้หลักการเดียวกันกับปฏิกิริยาการเกิดสบู่ และใช้กับคลีนซิ่งครีม (cleansing cream) นอกจากนี้ยังใช้ไขผึ้งเพื่อเป็นส่วนผสมในลิปสติก โดยมีส่วนประกอบประมาณร้อยละ 20-25 เนื่องจากไขผึ้งมีจุดหลอมเหลวสูง มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำลิปสติก ทำให้ลิปสติกคงรูป และมีความมันวาว ส่วนในด้านเภสัชกรรม สามารถนำไขผึ้งมาใช้ในการเคลือบยา เพื่อให้ชะลอการดูดซึมของลำไส้เนื่องจากไขผึ้งมีความอ่อนนุ่ม ปรับเปลี่ยนรูปร่างได้ และไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่มีผลต่อร่างกาย

ไขผึ้งยังใช้เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ cold cream โดยมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ในไขผึ้งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ free cerotic acid และ myricylpalmitate ซึ่งเป็น ester ของ higher alcohol มีส่วนประกอบเล็กน้อยของ ester ของ cholesterol ซึ่งจะเป็นตัวทำหน้าที่เป็น emulsifier ของ emulsion ประเภทน้ำในน้ำมัน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประกอบ hydrocarbons ประมาณร้อยละ 10
การนำไขผึ้งมาใช้ประโยชน์ในการทำสบู่ สบู่ที่ทำจากไขผึ้งจะทำให้ผิวมีความนุ่มนวล เองจากไขผึ้งมีคุณสมบัติในการกักเก็บความชื้นบริเวณผิวหนัง (Emollient) และยังมีองค์ประกอบของ เอสเทอร์ กรดไขมันอิสระ และแอลกฮอล์ไขมัน ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิว (Humectant) สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย ช่วยในการสมานแผล นอกจากนี้ไขผึ้งยังมีบางส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยากับด่าง (unsaponifiables) ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งทำให้เพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว (Richards, 2011)

การใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การขัดเงาและวัสดุเคลือบผิว โดยผสมกับ carnauba, candelilla, paraffin (จุดหลอมเหลวไม่ต่ำกว่า 58-60 องศาเซลเซียส) และ microcrystalline waxes สารเคลือบเงาอาจได้จากการผสมไขผึ้งกับปิโตรเลียมหรือ terpentine หรือผสมกับสารทั้งสองชนิด เพื่อให้เกิดความคงตัว และง่ายต่อการแพร่กระจายบนพื้นผิวของวัสดุ โดยทั่วไปใช้ไขผึ้งเป็นส่วนผสมประมาณร้อยละ 10 ในครีมขัดเงา (Crane, 1990)

การใช้ประโยชน์เกี่ยวกับไฟฟ้า เมื่อไขผึ้งอยู่ในสถานะของแข็งจะมีความทนทานต่อสนามไฟฟ้า สามารถนำไปทำ electrets ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานอื่นๆ เป็นชิ้นส่วนของไมโครโฟน หูฟัง หรือใช้ในกุญแจที่เป็นระบบสัมผัส นอกจากนี้ยังเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องอุปโภคหลายชนิด เช่น ดินสอสี และหมึก เป็นต้น มีการนำไขผึ้งมาผลิตเป็นเทียนไขสำหรับให้แสงสว่าง ซึ่งใช้ในระดับครัวเรือนกันมานานแล้ว (Crane, 1990)

ดังนั้นท้องถิ่นหรือชุมชนที่มีการเลี้ยงผึ้งสามารถจัดการ และพัฒนาทรัพยากรที่มีอยู่ อาจเป็นทรัพยากรที่เป็นผลผลิตให้มีศักยภาพได้ หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงผึ้ง อาทิเช่นไขจากผึ้ง โดยทั่วไปเกษตรกรจะแยกไขบริสุทธิ์จากรังผึ้งเพื่อนำไปขายกิโลกรัมละ 100-300 บาท หากเป็นเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงผึ้งโพรง 30-300 รัง จะมีรายได้จากการขายไขผึ้งประมาณ 10,000-50,000 บาท หากนำไขผึ้งเหล่านั้นมาเพิ่มมูลค่าโดยนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ จะสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งได้ จากการคำนวณรายได้หากนำไขผึ้งมาทำสบู่ เมื่อเทียบอัตราส่วนจะใช้ไขผึ้งประมาณ 25-50 กรัม ต่อสบู่ 1 กิโลกรัม ได้สบู่ประมาณ 30 ก้อน หากขายก้อนละ 50 บาท จะได้เงินทั้งหมดโดยยังไม่หักต้นทุน ประมาณ 1,500 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไข 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) จะมีรายได้ทั้งสิ้นกว่า 150,000 บาท ซึ่งมากกว่าการขายไขผึ้งบริสุทธิ์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นหากชุมชนมีการจัดการผลพลอยได้จากผึ้ง ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์จากผึ้งมีศักยภาพมากขึ้น และสามารถพัฒนาทรัพยากรเหล่านั้น เพื่อต่อยอดในการพัฒนาชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์

2.1.1 สูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ: พัฒนามาจากสูตรมาตรฐานการทำสบู่ก้อนใสกลีเซอรีนน้ำผึ้ง แชมพูน้ำผึ้ง และสบู่ก้อนไขผึ้ง ดังนี้

- *สบู่ก้อนใสกลีเซอรีนและแชมพู* พัฒนาจากสูตร ของ Friedman and Wolf (1996)

- *ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวสำหรับกลางวัน* ใช้สูตรที่ 1 Day Cream for Sensitive skin ตามพิมพร ลีลาพรพิสิฐ (2551, หน้า 49) และอรวรรณ ดวงภักดีและคณะ (2013)

2.1.2 วัตถุดิบที่ใช้

- *น้ำผึ้ง* ผลิตจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงและผึ้งมิ้มแบบพอเพียง บ้านหนองขาม ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

- *ไขผึ้ง* ผลิตจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งมิ้มและผึ้งโพรง บ้านหนองขาม ต. ป่าหวาย อ. สวนผึ้ง จ. ราชบุรี วิธีการเก็บและสกัดไขผึ้งให้บริสุทธิ์พัฒนาจากวิธีของ Coggshall and Morse (1984)

- *สารสกัดสมุนไพร* อาทิ เช่น แตงกวา ว่านหางจระเข้ บัวบก เกสรบัวหลวง ขมิ้นชัน ทับทิม สารสกัดเกสรผึ้ง ฯลฯ จากเกษตรกรปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเกษตรกรเครือข่ายขยายผล โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เขาชะงุ้ม อ. โพธาราม จ. ราชบุรี

รูปที่ 2.1 รังผึ้งมิ้ม *Apis florea* และผึ้งโพรง *Apis cerana* อายุ 60 วัน ที่นำมาสกัดเอาไขผึ้ง

รูปที่ 2.2 น้ำผึ้งผึ้งมิ้ม *Apis florea* และผึ้งโพรง *Apis cerana*

- *ส่วนผสมอื่น* ส่วนผสมอื่นตามสูตร สารที่ใช้ต้องเป็นระดับ food grade และมีใบ Certificate จากบริษัทผู้จำหน่ายสาร ผลิตและพัฒนาตาม มาตรฐานอุตสาหกรรม

2.1.3 ทำการผสม เตรียมและใส่สารตามที่กล่าวตามสูตร ใส่สารปรุงแต่งสีกลิ่นรส ตามที่ต้องการ และทำการปรับค่าความเป็นกรดด่างตามความเหมาะสม

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทั่วไปของผลิตภัณฑ์ คือ ทางฟิสิกส์ (สี กลิ่นหอม ความเหนียวข้น สภาวะความเป็นกรด-ด่าง ฯลฯ) ทางเคมี (สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยการเปรียบเทียบกับแบบแผนโครมาโตแกรมของน้ำมันมะพร้าว น้ำผึ้ง และสมุนไพร)

2.2.2 การทดสอบหาชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน.ในผลิตภัณฑ์ จะนำส่งให้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในการตรวจหาชนิดและปริมาณเชื้อปนเปื้อนมอก. คือจำนวนเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อราทั้งหมด (total colony count) คลอสตริเดียม *(Clostridium spp.)* สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) เอสเชอริเชีย โคไล *(Escherichia coli)* และ ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา *(Pseudomonas aeruginosa*)

2.2.3 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้

ก. การทดสอบความคงทนต่ออุณหภูมิ

การทดสอบความคงตัวต่ออุณหภูมิ จัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 ตัวอย่าง นำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าตู้เย็นช่องเย็นจัด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาที่อุณหภูมิปกติ สังเกตดูการเปลี่ยนแปลงทุกวัน เป็นเวลา 3 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่วางไว้ในอุณหภูมิปกติ จากนั้นเก็บข้อมูลดูความเปลี่ยนแปลงทุก สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน

ข. การทดสอบความคงทนต่อแสง จัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง บรรจุในขวดพลาสติกที่แสงแดดผ่านได้ นำไปตั้งทิ้งไว้ 3 สถานที่ดังนี้คือ กลางแดด (แดดจัด) ในห้องข้างหน้าต่าง (แดดปานกลาง) และทิ้งไว้ในห้อง 3 วัน จากนั้นนำออกมาวางที่อุณหภูมิปกติ สังเกตการเปลี่ยนแปลงทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน

ค. การทดสอบความคงตัวของกลิ่น ทำการเก็บข้อมูลกลิ่นจาก ผลิตภัณฑ์ในข้อ ก และ ข และ 2.2 เพื่อทดสอบว่ากลิ่นของผลิตภัณฑ์มีความคงตัวต่อความร้อนและแสงหรือไม่

ง. การทดสอบความคงตัวต่อการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน การนำผลิตภัณฑ์มาปั่นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง 30 นาที จากนั้นสังเกตการแยกชั้นทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรโดยทดสอบความพอใจของผู้บริโภค

ก. ทำการปรับสูตรจนกระทั่งได้คุณสมบัติตามมาตรฐานและความพึงพอใจ โดยปริมาณสารที่ใช้จะต้องไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กำหนด

ข. การทดสอบจำแนกความแตกต่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตร ด้วยวิธี 2-out-of-5 (Meilgaard et al., 2007) โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์จำนวน 30 คน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ Chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค. การทดสอบความชอบ/การยอมรับ/การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยใช้กลุ่มผู้ทดสอบที่เป็นผู้ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มดังกล่าวนี้มาก่อน จำนวน 100 คนขึ้นไป โดยใช้วิธี 9-point Hedonic scale วิเคราะห์ผลด้วย ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทดสอบการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โดยใช้ 5-point purhase intent วิเคราะห์ผลด้วย Logistic Regresstion Model

2.4 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

2.4.1 จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ให้กับผู้เข้าร่วมโครงการดังต่อไปนี้คือ กลุ่มเป้าหมาย คือ เกษตรกรผู้สนใจในพื้นที่อำเภอจอมบึง อำเภอสวนผึ้งและโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 40 คน

หลักสูตรการแปรรูปผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังนี้

- กระบวนการทำสบู่ แชมพูและโลชั่นบำรุงผิวจากไขผึ้ง น้ำผึ้งและสารสกัดสมุนไพร
- เทคนิคการสเก็บผลผลิตน้ำผึ้ง การสกัดไขผึ้งและสมุนไพรที่ถูกวิธีและเหมาะสมกับช่วงเวลา

2.4.2 การติดตามบริหารผลการถ่ายทอดและการประเมินผล

- การจัดทำบัญชีแก่สมาชิกในโครงการ (โดยระบบฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์)
- การวิเคราะห์การคุ้มทุน

โดยเก็บข้อมูลรายได้รวม (Total Revenue) กับต้นทุนรวม (Total Cost) ที่กลุ่มได้ เพื่อประเมินและเสนอแนวทางการพัฒนาอาชีพเพื่อหารายได้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

- แบบประเมินโครงการ
    - แบบประเมินความรู้ความสามารถที่ได้รับจากการฝึกอบรมของผู้เข้าร่วมโครงการ

- แบบประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น
- แบบประเมินผลการจัดจำหน่าย รายได้สุทธิ

บทที่ 3

ผลการดำเนินงาน

3.1 การพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์

3.1.1 สูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ: พัฒนามาจากสูตรมาตรฐานการทำสบู่ก้อนใสกลีเซอรีนน้ำผึ้ง แชมพูน้ำผึ้งและสบู่ก้อนไขผึ้ง ดังนี้

- *สบู่ก้อนใสกลีเซอรีนและแชมพู* พัฒนาจากสูตร ของ Friedman and Wolf (1996)

- *ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวสำหรับกลางวัน* ใช้สูตรที่ 1 Day Cream for Sensitive skin ตามพิมพร ลีลาพรพิสิฐ (2551, หน้า 49) และอรวรรณ ดวงภักดีและคณะ (2013)

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้

- *น้ำผึ้ง* ผลิตจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงแบบพอเพียง บ้านหนองขาม ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

- *ไขผึ้ง* ผลิตจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงแบบพอเพียง บ้านหนองขาม ต. ป่าหวาย อ. สวนผึ้ง จ. ราชบุรี วิธีการเก็บและสกัดไขผึ้งให้บริสุทธิ์พัฒนาจากวิธีของ Coggshall and Morse (1984)

- *สารสกัดสมุนไพร* อาทิ เช่น แตงกวา ว่านหางจระเข้ บัวบก เกสรบัวหลวง ขมิ้นชัน ทับทิม ฯลฯ จากเกษตรกรปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเกษตรกรเครือข่ายขยายผล โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เขาชะงุ้ม อ. โพธาราม จ. ราชบุรี

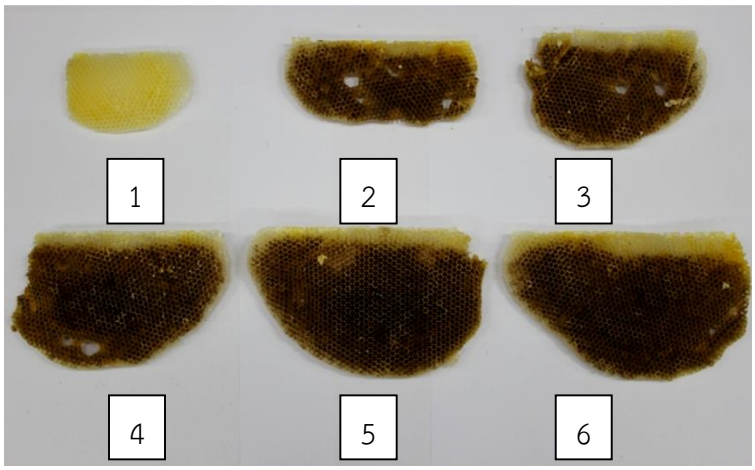
- *ส่วนผสมอื่น* ส่วนผสมอื่นตามสูตร สารที่ใช้ต้องเป็นระดับ food grade และมีใบ Certificate จากบริษัทผู้จำหน่ายสาร ผลิตและพัฒนาตาม มาตรฐานอุตสาหกรรม

3.1.3 ทำการผสม เตรียมและใส่สารตามที่กล่าวตามสูตร ใส่สารปรุงแต่งสีกลิ่นรส ตามที่ต้องการและทำการปรับค่าความเป็นกรดด่างตามความเหมาะสม

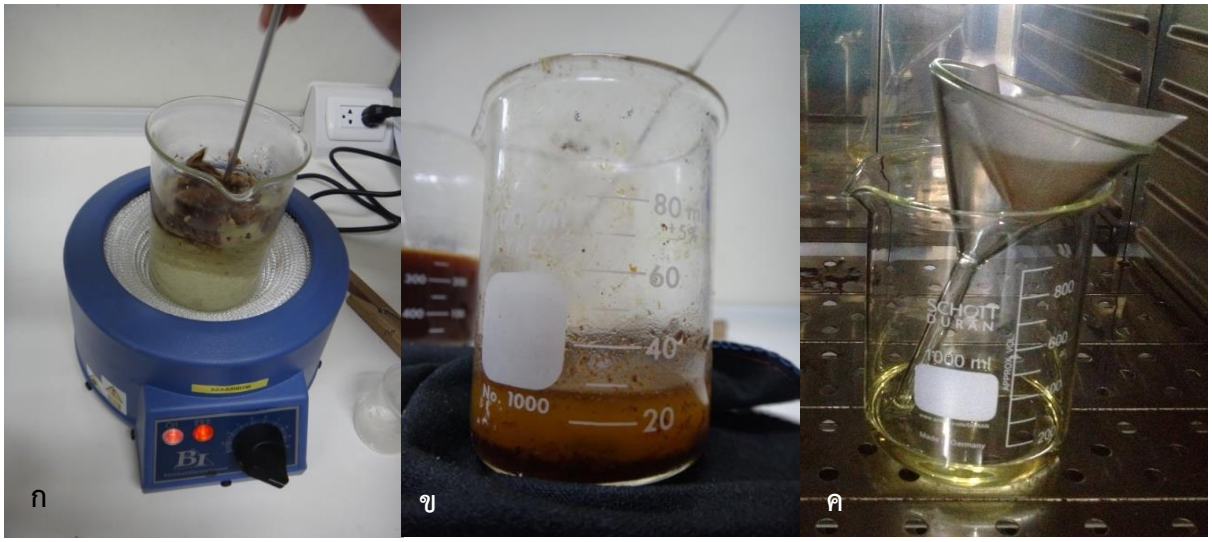
รูปที่ 3.1 รังผึ้งโพรง *Apis carana*

รูปที่ 3.2 น้ำผึ้งจากผึ้งโพรง (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)

จากการเก็บตัวอย่างรวงรังที่ได้จากการทิ้งรังจำนวน 30 ตัวอย่าง ในพื้นที่เลี้ยงผึ้งจังหวัดชุมพร และราชบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เดือนสิงหาคม 2557 พบว่า จำนวนรวงรังเฉลี่ย มีค่า 5.57±0.01 รวงรัง (ช่วง 3-8 รวงรัง) แต่ละตัวอย่างมีสีที่แตกต่างกันไป โดยมีสีขาว สีเหลือง ไปจนถึงสีน้ำตาล และบางรวงรังมีการรบกวนของหนอนกินไขผึ้ง (wax moth) รวงรังที่มีการสร้างใหม่ (รูปที่ 4.20 หมายเลข 1) จะมีสีขาวออกเหลือง ส่วนรวงรังเก่าจะมีสีเข้มขึ้น (รูปที่ 4.20 หมายเลข 6) สีของรวงรังที่เข้มขึ้นเกิดจากของเสียที่มาจากตัวอ่อนของผึ้ง และสิ่งสกปรกจากหนอนกินไขผึ้ง (Bogdanov, 2009)



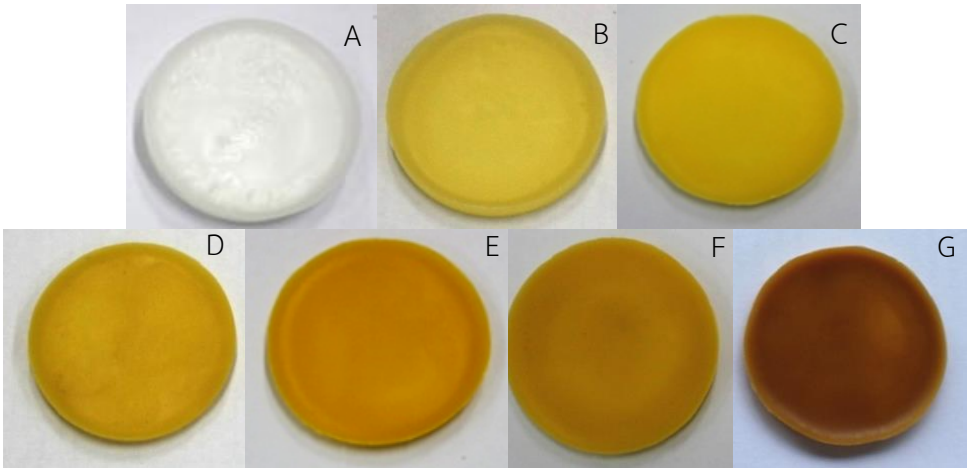
รูปที่ 3.3 รวงรังผึ้งโพรง *Apis cerana* ที่ได้จากการทิ้งรัง เรียงตามลำดับรวงรังที่เพิ่งสร้างใหม่ (หมายเลข 1) ไปจนถึงรวงรังเก่า (หมายเลข 6) ลักษณะทางกายภาพของรวงรังและไขผึ้ง (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)



รูปที่ 3.4 กระบวนการสกัดไขผึ้ง ก) ตัดรังผึ้งออกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ และนำไขผึ้งมาต้มในน้ำเดือดอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใส่น้ำให้พอท่วมชิ้นส่วนของรังตลอดเวลาหรือสัดส่วนประมาณ ไขผึ้ง 1 ส่วนต่อน้ำ 2 ส่วน (อรวรรณและคณะ, 2554) ข) กรองเศษรังผึ้งที่ไม่ละลายกับน้ำออกไป ส่วนที่เป็นของเหลว ประกอบด้วยน้ำและแวกซ์ ตั้งบีกเกอร์ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อให้น้ำกับแวกซ์แยกชั้นกัน โดยที่แวกซ์จะลอยอยู่ชั้นบนและแข็งตัว สามารถนำมาหลอมและกรองได้อีกครั้ง ค) ไขผึ้งที่ได้หลังจากผ่านการหลอมและกรองจนสะอาดแล้ว (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)

3.2 คุณลักษณะของไขผึ้งที่ได้จากการทิ้งรัง

จากการนำรังที่ได้จากการทิ้งรังมาทำการสกัดไข สามารถจำแนกไขตามกลุ่มสีได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม (รูปที่ 3.21) จากไขผึ้งทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่ 1 สกัดจากรังที่มีอายุ 1 เดือน (จำนวน 5 รวงรัง) ตัวอย่างที่ 2 สกัดจากรังที่มีอายุ 3 เดือน ตัวอย่างที่ 3 สกัดจากรังที่มีอายุ 4 เดือน ส่วนตัวอย่างที่ 4 และ 5 สกัดจากรังที่มีอายุ 5 เดือน และตัวอย่างที่ 6 สกัดจากรังที่มีอายุ 6 เดือน สีของไขผึ้งเกิดจากอายุของรัง และของเสียจากตัวอ่อนของผึ้ง โดยทั้ง 6 ตัวอย่างจะนำมาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี เปรียบเทียบกับตัวอย่างไขผึ้งทางการค้า (control) จากร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ ซึ่งไขผึ้งทางการค้ามีการฟอกสีเพื่อกำจัดโปรตีน และสิ่งสกปรก จึงทำให้ไขผึ้งมีสีขาว



รูปที่ 3.5 สีของไขผึ้ง (A= ไขผึ้งทางการค้า (control), B= ตัวอย่างที่ 1, C= ตัวอย่างที่ 2, D= ตัวอย่างที่ 3, E= ตัวอย่างที่ 4, F= ตัวอย่างที่ 5, G= ตัวอย่างที่ 6) (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของไขผึ้ง (รัชกร จันทร์ไข่, 2558)

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง										
	Control	1	2	3	4	5	6	*A. mellifera**	มาตาฐาน		
									European	Kenya	Ethiopia
Melting point (°C)	69.7^{b}	63.3^{a}	64.5^{a}	64.0^{a}	64.7^{a}	64.0^{a}	63.7^{a}	52.0-66.0	62-65	62-66	61-66
Specific gravity	0.89^{a}	0.97^{b}	0.98^{b}	0.96^{b}	0.97^{b}	0.94^{b}	0.98^{b}	-	0.96	095-0.96	0.95-0.98
Acid value[1]	3.54^{a}	21.75^{d}	13.25^{bc}	10.6^{b}	15.78^{bc}	12.84^{bc}	21.62^{d}	4.10-7.50	17-24	17-24	17-24
Peroxide value[2]	1.15^{a}	1.15^{a}	1.39^{a}	1.62^{a}	2.46^{a}	0.8^{a}	11.82^{b}	-	<5	-	-
Saponification value[3]	70.95^{a}	97.62^{a}	95.90^{a}	88.05^{a}	85.83^{a}	95.57^{a}	89.38^{a}	44.60-83.30	87-104	88-102	85-105
Ester value[4]	82.99^{a}	75.87^{a}	82.65^{a}	77.45^{a}	70.05^{a}	82.73^{a}	67.76^{a}	46.60-76.60	-	70-79	63-84
Fat and Fatty acid	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	-	-	pass	pass
อายุรัง (เดือน)	-	1	3	4	5	5	6				
จำนวนรวงรัง	-	5	6	5	5	4	6				

หมายเหตุ: ตัวอักษร[abc] แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ,[1]หน่วยของค่าความเป็นกรด (acid value) คือ mg KOH/g beeswax,[2]หน่วยของค่า เปอร์ออกไซด์ (peroxide value) คือ mg H_2O_2/ kg beeswax,[3]หน่วยของค่าสพอนิฟิเคชัน (Saponification value) คือ mg KOH/g beeswax, [4]หน่วยของค่าเอสเทอร์ (Ester value) คือ mg KOH/g beeswax, [*]อ้างอิงจาก Jyothi, 2006

จุดหลอมเหลวของไข (Melting point)

จากการทดลองหาจุดหลอมเหลวของไขผึ้งโพรง พบว่าไขผึ้งโพรงมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 64.03±0.50°C (ช่วง, 63.3-64.7°C) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับไขทางการค้า พบว่า ไขทางการค้ามีจุดหลอมเหลวสูงกว่าไขตัวอย่างซึ่งมีค่า 69.7 °C มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.2) ไขผึ้งโพรงที่ทำการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงของมาตรฐาน ค่าจุดหลอมเหลวเป็นค่าที่แสดงช่วงอุณหภูมิในการละลายของสาร (Fessenden and Feist, 2000) และใช้ในการวิเคราะห์ชนิดของสาร ความบริสุทธิ์ และใช้ในการวินิจฉัยของแข็งที่เป็นองค์ประกอบในวัตถุ ไขผึ้งประกอบไปด้วยสารประกอบอย่างน้อย 9 กลุ่ม (Aichholz and Lorbeer, 1999) เช่น fatty acids, wax esters เป็นต้น โดยทั่วไปสารบริสุทธิ์จะมีลักษณะช่วงของการละลายจากของแข็งไปเป็นของเหลวที่ค่อนข้างคงที่ และมีช่วงการละลายแคบ คือตั้งแต่เริ่มละลายจนถึงจุดที่ละลายหมด (end point) 0.5-1°C ในขณะสารที่ไม่บริสุทธิ์ (impure compounds) จะมีช่วงการละลายกว้างกว่า 0.5-1°C ซึ่งตัวอย่างไขผึ้งมีช่วงการละลายโดยประมาณ มีค่า 0.5°C แสดงให้เป็นว่าไขผึ้งเป็นไขที่บริสุทธิ์ แต่อย่างไรก็ตาม ไขผึ้งที่มีจุดหลอมเหลวสูงเป็นไปได้ว่ามีองค์ประกอบของสารประกอบที่มีความอิ่มตัว หรือมีสารที่มีขั้วจำนวนมาก และมีสารประกอบที่มีมวลโมเลกุลสูง (Buchwald et al., 2008)

ค่าความถ่วงจำเพาะของไข (Specific gravity)

ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างไขโดยเฉลี่ยมีค่า 0.97±0.02 (ช่วง, 0.94-0.98) ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของไขทั้ง 6 ตัวอย่างมีค่าตรงตามมาตรฐาน ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของไขทางการค้า (control) มีค่า 0.89 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (ตารางที่ 4.2) โดยทั่วไปค่าความถ่วงจำเพาะ คือค่าอัตราส่วนของความหนาแน่นของสสารต่อความหนาแน่นของน้ำ สสารที่เบากว่าน้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1.0 ส่วนสสารที่หนักกว่าน้ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.0 หากไขผึ้งมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก เศษเหลือ หรือฝุ่นละอองต่างๆจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 อาจทำให้ไขผึ้งจมน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างไขผึ้งมีค่าความถ่วงจำเพาะ อยู่ในช่วง 0.94-0.98 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำ ส่วนไขผึ้งทางการค้า (control) มีการทำให้สะอาดด้วยการฟอกสี การใช้กรด (citric acid หรือ oxalic acid) สารละลาย hydrogen peroxide potassium permanganate และฟอกสีโดยใช้แสงอาทิตย์ (Bogdanov, 2009) กระบวนการฟอกสีอาจส่งผลกระทบโดยการทำลายโครงสร้างของไขผึ้ง (สารจำพวก saturated compounds, polar compounds และ higher molecular weight compounds) อาจส่งผลต่อมวลของไขทางการค้าซึ่งมีผลต่อความหนาแน่นของไขทางการค้า ทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของไขทางการค้ามีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

ค่าความเป็นกรดของไข (Acid value)

จากการทดลองหาค่าความเป็นกรดของไขผึ้งโพรง พบว่า มีค่าความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากับ 15.97±4.72 mg (ช่วง, 10.60-21.62 mg) เมื่อเปรียบเทียบกับไขทางการค้า พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไขผึ้งตัวอย่างที่ 1 และ 6 มีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐาน ซึ่งค่าความเป็นกรดบ่งบอกถึงปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ที่อยู่ในไขและน้ำมัน หากมีปริมาณของค่าความเป็นกรดต่ำ บ่งบอกถึงไขหรือน้ำมันมีคุณภาพดี หากมีค่าสูงหมายถึงคุณภาพไขหรือน้ำมันต่ำ (Zhang et al. 2015) นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดยังหมายถึงจำนวนมิลลิกรัมของ potassium hydroxide ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระใน 1 กรัมของไขหรือน้ำมัน และยังเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (rancidity) ตัวอย่างไขผึ้งที่มีค่าความเป็นกรดต่ำกว่ามาตรฐาน (ตัวอย่างที่ 2-5) อาจมีสาเหตุมาจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) เช่น กรด palmitic และกรด tetra-cosanoic (Buchwald et al., 2009) ไขผึ้งโดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่เป็นสายยาว (long chain fatty acids) ซึ่งร้อยละ 85 เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Kuznesof, 2005) ที่ยากต่อการเกิดปฏิกริยาไฮโดรไลซิส แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรดของไขผึ้งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับมาตรฐาน

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

จากการทดลองหาค่าเปอร์ออกไซด์ของไขผึ้งโพรง โดยเฉลี่ยมีค่า 3.21±4.26 mg (ช่วง, 0.08-11.82 mg) เมื่อเปรียบเทียบกับไขผึ้งทางการค้า (control) พบว่า ตัวอย่างที่ 1-5 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งไขทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าเปอร์ออกไซด์ อยู่ในช่วงของมาตรฐาน แต่ไขผึ้งตัวอย่างที่ 6 มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งค่าเปอร์ออกไซด์ของไขหรือน้ำมันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ของไขหรือน้ำมัน และทำให้เกิดกลิ่นหืน ค่าเปอร์ออกไซด์ที่สูง บ่งบอกถึงคุณภาพต่ำของไขหรือน้ำมัน (Wannahari and Nordin, 2012) ของเสียจากตัวอ่อนของผึ้งที่ฝังอยู่ในรังผึ้งที่มีอายุมาก อาจเป็นแหล่งของกรดไขมันอิสระ ซึ่งกรดไขมันอิสระเหล่านี้ทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation มากขึ้น นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันอิสระ ยังทำให้ไขผึ้งมีสีเข้มขึ้น (Wannahari and Nordin, 2012) ดังนั้นตัวอย่างที่ 6 เป็นไขผึ้งที่ได้จากรังที่มีอายุมาก (6 เดือน, 6 รวงรัง) จึงทำให้มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่าตัวอย่างไขผึ้งอื่น

ค่าสพอนิฟิเคชัน (Saponification value) และค่าเอสเทอร์ (Ester value)

จากการทดลองหาค่าสพอนิฟิเคชันของไขผึ้งโพรง พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.06±4.90 mg (ช่วง, 85.83-95.62 mg) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐาน ค่าสพอนิฟิเคชันบ่งบอกถึงปริมาณเอสเทอร์ในสารประกอบซึ่งเป็นตัวแทนของจำนวนมิลลิกรัมของ potassium hydroxide ที่ saponify ไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม ได้อย่างสมบูรณ์ ค่าสพอนิฟิเคชันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงมวลโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขผึ้ง หากไขหรือน้ำมันมีค่าสพอนิฟิเคชันสูง จะแสดงให้เห็นว่ามีมวลโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขหนือน้ำมันนั้นมีมวลน้อยหรือมีขนาดเล็ก และหากมีค่าสพอนิฟิเคชันต่ำ แสดงให้เห็นว่ามีมวลโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขหรือน้ำมันนั้นมีมวลมาก หรือมีขนาดใหญ่ (Wakita et al., 2014) ซึ่งค่าสพอนิฟิเคชันของไขผึ้งโพรงอยู่ในช่วง 85.83-95.62 mg โดยทั่วไปไขผึ้งจะประกอบไปด้วยโมเลกุลของกรดไขมันหลายชนิดประกอบกันเป็นสายยาว ซึ่งทำให้มีขนาดและน้ำหนักโมเลกุลใหญ่ (Masae and

Pitsuwan, 2014) ไขผึ้งตัวอย่างมีค่าสพอนิฟิเคชันต่ำเมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่นๆ เช่น น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าสพอนิฟิเคชันเท่ากับ 193, 205 และ 194.61 mg ตามลำดับ (Gopinath et al., 2009)

ส่วนปริมาณเอสเทอร์ (Ester value) ของไขผึ้งโดยเฉลี่ย มีค่า 76.09±6.24 mg (ช่วง, 67.76-82.73 mg) มีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐาน โดยที่ค่าเอสเทอร์จะบ่งบอกถึงคุณลักษณะของสารที่เป็นองค์ประกอบในไขผึ้ง ซึ่งประกอบไปด้วย complex wax esters ร้อยละ 15-27 (Kuznesof, 2005) หากมีค่าเอสเทอร์ต่ำ แสดงว่าไขหรือน้ำมันมีการถูกย่อยสลายไปเป็นกรดไขมันอิสระมาก (ทำให้มีค่าความเป็นกรดสูง)

ไขมันและกรดไขมัน (Fat and Fatty acid)

จากการทดสอบไขมันและกรดไขมันอิสระ พบว่าทั้ง 6 ตัวอย่าง และไขทางการค้า (control) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานเนื่องจากสารละลายของไขที่ผ่านการทดสอบ จะมีลักษณะใส ไม่มีสี หรือมีความขุ่นเพียงเล็กน้อย ซึ่งการทดสอบไขมันและกรดไขมันอิสระ สามารถใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพและการปนเปื้อนของไขที่มีการปนเปื้อนมาจากไขมันชนิดอื่น ซึ่งตัวอย่างไขทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความบริสุทธิ์

3.3 สบู่ก้อนใสกลีเซอรีน

จากการพัฒนาตามสูตร Friedman and Wolf (1996) โดยมีองค์ประกอบของแต่ละสูตรดังต่อไปนี้ โดยพบว่าจากสูตร สัดส่วนของน้ำผึ้งที่ 3 % w/w คือสัดส่วนที่ทำให้การคงรูปของก่อนดีที่สุด โดยที่อุณภูมิการหลอมสบู่เท่ากันคือ 85 องศาเซลล์เซียส ระยะเวลา 15 นาที น้ำผึ้งผึ้งโพรงจะให้ก้อนสบู่ที่มีสีเข้มกว่าน้ำผึ้งผึ้งมิ้ม

ตารางที่ 3.2 สบู่สูตรต่างๆ

ส่วนประกอบ (กรัม)	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**	**สูตรที่ 4**	**สูตรที่ 5**	**สูตรที่ 6**
เนื้อสบู่กลีเซอรีน	970	970	950	950	900	900
น้ำผึ้งผึ้งโพรง	30	0	50	0	100	0
น้ำผึ้งผึ้งมิ้ม	0	30	0	50	0	100
สารสกัดขมิ้น	1	1	1	1	1	1
การทดสอบความคงตัวเนื้อสบู่ √ = ผ่าน; × = ไม่ผ่าน	√	√	×	×	×	×

รูปที่ 3.6 สบู่ก้อนใสกลีเซอรีน ก) สูตรที่ 1 ข) สูตรที่ 2

การประเมินความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์และความคงตัว

จากการสังเกตพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปความใสของสบู่แต่ละสูตรจะไม่เหมือนกัน นั่นคือ สูตรที่ 1และ 2 หลังจากผ่านการทดสอบความคงตัวกับความร้อน ความเย็นและแสงแดด มีความคงตัวดี แต่สูตรที่ 4 และ 5 ความใสเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งอาจมาจากการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำผึ้งที่เป็นส่วนผสมในก้อนสบู่ ส่วนสูตรที่ 5 เนื้อสบู่เปลี่ยนไปในลักษณะที่ขุ่นขึ้น อาจจะเกิดจากการดูดความชื้นไปสะสมของสบู่ ขณะเดียวกันค่า pH ในสบู่ทุกสูตรค่อนข้างมีความคงตัว มีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงและเพิ่มขึ้น ในระหว่าง -0.06-0.19 โดยสูตรที่ 1 และ 2 มีค่า pH เสถียรที่สุด

จากผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 และ 2 ได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากอาสาสมัครอยู่ในระดับดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสบู่เมื่อเวลาผ่านไป

สูตร	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (% ความใส)						Aver	SD
	สัปดาห์ที่							
	1	2	3	4	5	6		
สูตรที่ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
สูตรที่ 2	0	0	0	0	0	0	0	0
สูตรที่ 3	0	0	0	0	0	0	0	0
สูตรที่ 4	-0.5	-0.8	1.12	-2.29	-5.85	-11.13	-3.24	4.53
สูตรที่ 5	0	0	0	-0.55	-2.55	-8.45	-1.93	3.35

* ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความใสเป็น 0 คือไม่เปลี่ยนแปลง เป็นลบคือขุ่นเพิ่มขึ้น และเป็นบวกคือใสขึ้น

ตารางที่ 3.4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสบู่ก่อนเมื่อเวลาผ่านไป

สูตร	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง pH								Aver	SD
	สัปดาห์ที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
สูตรที่ 1	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.03	0.09
สูตรที่ 2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.06	0.18
สูตรที่ 3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0.13	0.35
สูตรที่ 4	0	0	0	0	0	0	-1	-1.5	-0.31	0.59
สูตรที่ 5	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0.19	0.37

ตารางที่ 3.5 ความพึงพอใจต่อสบู่ใสกลีแซอรีน (n=20)

สูตรที่	ระดับความพอใจ (คน)						คะแนนความชอบ
	5	4	3	2	1	รวม	
1	10	8	2	0	0	20	4.4
2	17	3	0	0	0	20	4.85
3	3	8	5	2	2	20	3.3
4	2	2	15	1	0	20	3.25
5	0	1	1	8	10	20	1.15

3.4 แชมพูน้ำผึ้ง

ในส่วนของแชมพูได้ทำการทดลองทั้งสิ้น 3 สูตร โดยสูตรที่ผ่านการทดสอบการคงตัวไม่มีการแยกชั้นเมื่อผ่านไป 6 เดือนคือ สูตรที่ 3

ตารางที่ 3.6 สูตรแชมพู

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำ	1000	1000	1000
N70	200	300	400
comperlan KD	80	60	60
Sulfopon	200	100	50
Lanolin	50	100	50
เกลือ	50	50	50
น้ำหอม	3	3	3
สารสกัด			
เกสรผึ้ง	50	50	50
น้ำผึ้ง	30	30	30
ทับทิม	120	120	120

ค่า pH ในแชมพูทุกสูตรค่อนข้างมีความคงตัว มีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงและเพิ่มขึ้น ในระหว่าง -1.88 – 2.32 โดยทุกสูตรมีความเสถียรด้าน pH อย่างมีนัยสำคัญและไม่แตกต่างกันในแชมพูทั้ง 3 สูตร

ตารางที่ 3.7 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของแชมพูเมื่อเวลาผ่านไป

สูตร	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง pH								Aver	SD
	สัปดาห์ที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
สูตรที่ 1	5.5	5.5	5.5	5	5	5	5.1	0.25	4.61	1.78
สูตรที่ 2	5.5	5.5	5.7	5.7	5.8	6	6	-0.5	4.96	2.22
สูตรที่ 3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	-1	4.74	2.32

จากผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากอาสาสมัครอยู่ในระดับดีมาก และสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ความพึงพอใจต่อแชมพูน้ำผึ้ง (n=20)

สูตรที่	ระดับความพอใจ (คน)						คะแนนความชอบ
	5	4	3	2	1	รวม	
1	10	8	2	0	0	20	4.4
2	15	5	0	0	0	20	4.75
3	18	2	0	0	0	20	4.9

รูปที่ 3.7 แสดงการแยกชั้นของแชมพูเมื่อตั้งทิ้งไว้ 6 เดือน

3.5 ครีมบำรุงผิว (ปรับปรุงจาก อรวรรณ ดวงภักดีและคณะ 2553**)**

ครีมสูตรที่ 1 มีสีขาว

ความหนืดมาก 4423.54 ± 91.15 cP ไม่ยืดหยุ่น เกลี่ยยากไม่สม่ำเสมอ มีความมันสูง ไม่มีกลิ่นฉุนของสารกัด กลิ่นน้ำหอมค่อนข้างอ่อน มีค่า pH 5.5 (รูปที่ 4.3)

ครีมสูตรที่ 2 มีสีขาว ความหนืดปานกลาง 1873.57 ± 47.58 cP ยืดหยุ่นดี เกลี่ยดี เนื้อเนียน ซึมง่าย ไม่มีกลิ่นฉุนของสารสกัดส กลิ่นน้ำหอมอ่อน มีค่า pH 5.9 (รูปที่ 4.3)

ครีมสูตรที่ 3 มีสีเหลืองอ่อน ความหนืดปกติ 1043.57 ± 28.54 cP ยืดหยุ่นดี เกลี่ยดี เนื้อเนียน ซึมง่าย ไม่มีกลิ่นฉุนของสารกัดพรอพอลิส กลิ่นน้ำหอมอ่อน มีค่า pH 5.5 (รูปที่ 3.7)

ตารางที่ 3.9 สูตรครีมบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร

ชื่อสูตรเคมี	**หน้าที่ในสูตร**	**A**	**B**	**C**
Isopropyl palmitate	Emulsifier	3	5	5
Polyoxyethylene fatty ester	Emulsifier	5	3	3
Mineral oil	Emollient	14	10	5
Bee wax (*Apis cerana*, Age 60 days)	Humectant	4.5	7	5
Prolyl paraben	Preservative	0.2	0.2	0.2
Xanthan gum	Thickener	0.5	0.5	0.5
Deionized water	Solvent	-	54.05	60.05
Glycerine	Humectant	5	5	5
Propylene glycol	Humectant	5	9	5
Methly paraben	Preservative	0.2	0.2	0.2
Deionized water	Solvent	49.55	-	5
Sodium Hydroxide (2.5%)	pH adjuster	0.05	0.05	0.05
Deionized water	Solvent	2	2	2
Honey (*Apis florea*)	Active ingradient	10	2.5	2.5
Propolis extract (*Tetragonulla pagdeni*)	Active ingradient	0.2	0.2	0.2
Curmin extract	Active ingradient	0.5	1	1
Perfumn		0.3	0.3	0.3
total		100	100	100

รูปที่ 3.8 ลักษณะของครีมแต่ละสูตร ก) สภาวะอุณหภูมิปกติ ข) สภาวะ 45 °C ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

จากการสังเกตพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปความหนืดในครีมแต่ละสูตรจะไม่เหมือนกัน นั่นคือ สูตรที่หนึ่งหลังจากผ่านการทดสอบความคงตัวกับความร้อน ความเย็นและแสงแดด มีความหนืดลดลงเล็กน้อย แต่ความหนืดมีค่าเปลี่ยนไปมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 48 และน้อยลงอีกในสัปดาห์ต่อมา เมื่อผ่านไป 60 สัปดาห์ ความหนืดลดลงถึงร้อยละ 5.69 โดยสูตรที่ 3 มีความคงตัวของครีมมากที่สุด หลัง 60 สัปดาห์ความหนืดลดลงเพียง 0.05 $\pm$ 0.36

ขณะเดียวกันค่า pH ของครีมทั้ง 3 สูตรมีความคงตัวมาก และอยู่ในช่วง5.56-5.81 ในครีมทั้ง 3 สูตรและนับว่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด

ตารางที่ 3.10 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของครีมเมื่อเวลาผ่านไป

สูตร	สัปดาห์ที่								Aver	SD
	1	4	8	16	32	48	56	60		
สูตรที่ 1	0.00	-1.08	-2.15	-2.86	-2.08	-3.45	-4.15	-5.69	-2.68	1.67
สูตรที่ 2	0.00	0.55	0.00	-1.84	-1.95	-2.07	-2.25	-2.39	-1.24	1.13
สูตรที่ 3	0.00	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	-0.05	0.36

* ค่าความหนืดเป็นบวกหมายถึงความหนืดมากขึ้น ค่าความหนืดเป็นลบคือความหนืดน้อยลง

ตารางที่ 3.11 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของครีมเมื่อเวลาผ่านไป

สูตร	สัปดาห์ที่ (pH)								Aver	SD
	1	4	8	16	32	48	56	60		
สูตรที่ 1	5.50	5.50	5.58	5.90	6.00	6.00	6.00	6.00	5.81	0.22
สูตรที่ 2	5.50	5.50	5.80	5.50	5.50	5.70	5.60	5.68	5.60	0.11
สูตรที่ 3	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.55	5.70	5.70	5.56	0.08

จากผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ได้รับความพึงพอใจโดยรวมจากอาสา สมัครอยู่ในระดับดี ในสูตรที่ 1 และดีมาก ในสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ความพึงพอใจต่อครีมบำรุงผิว

สูตรที่	ระดับความพอใจ (คน)						คะแนนความชอบ
	5	4	3	2	1	รวม	
1	8	6	6	0	0	20	4.1
2	6	15	1	0	0	22	4.65
3	15	5	0	0	0	20	4.75

ตารางที่ 3.12 ผลการตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ครีมบำรุงผิว

หมวด	**คุณลักษณะที่ต้องการ**	**มาตรฐานกำหนด**	**ครีมที่ผลิตได้**		
			1	2	3
สารปนเปื้อน	ตะกั่ว	ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	สารหนู	ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คำนวณเป็น As2O3)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	ปรอท	ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	แบเรียมที่ละลายได้ (soluble barium) ในรูปของแบเรียมคลอไรด์	ต้องไม่เกินร้อยละ 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
จุลินทรีย์	จำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ	ต้องไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร	70 โคโลนี/1 ลบ.ซม.	230 โคโลนี/1 ลบ.ซม.	60 โคโลนี/1 ลบ.ซม.
	ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (Pseudomonas aeruginosa)	ต้องไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)	ต้องไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	แคนดิดา อัลบิแคนส์ (Candida albicans)	ต้องไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	คลอสตริเดียม (Clostridium spp.)	ต้องไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ความเป็นกรด-ด่าง		ต้องอยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 7.5	5.81	5.60	5.56

3.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

3.6.1 จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ให้กับผู้เข้าร่วมโครงการ ดังต่อไปนี้คือ

กลุ่มเป้าหมาย คือ เกษตรกรผู้สนใจในพื้นที่อำเภอจอมบึง อำเภอสวนผึ้งและโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 40 คน

หลักสูตรการแปรรูปผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังนี้

- กระบวนการทำสบู่ แชมพูและโลชั่นบำรุงผิวจากไขผึ้ง น้ำผึ้งและสารสกัดสมุนไพร
- เทคนิคการเก็บผลผลิตน้ำผึ้ง การสกัดไขผึ้งและสมุนไพรที่ถูกวิธีและเหมาะสมกับช่วงเวลา

3.6.2 การติดตามบริหารผลการถ่ายทอดและการประเมินผล

- การจัดทำบัญชีแก่สมาชิกในโครงการ (โดยระบบฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์)
- การวิเคราะห์การคุ้มทุน

โดยเก็บข้อมูลรายได้รวม (Total Revenue) กับต้นทุนรวม (Total Cost) ที่กลุ่มได้ เพื่อประเมินและเสนอแนวทางการพัฒนาอาชีพเพื่อหารายได้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

- แบบประเมินโครงการ
    - แบบประเมินความรู้ความสามารถที่ได้รับจากการฝึกอบรมของผู้เข้าร่วมโครงการ
    - แบบประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น
    - แบบประเมินผลการจัดจำหน่าย รายได้สุทธิ

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 การพัฒนาสบู่ก้อนที่มีส่วนผสมของน้ำผึ้ง

จากการพัฒนาตำรับสบู่ก้อนกลีเซอรีนที่มีน้ำผึ้งผึ้งมิ้มและผึ้งโพรงเป็นส่วนผสมสำคัญ พบว่าน้ำผึ้งต่างชนิดกันให้ผลของความพึงพอใจผู้บริโภคที่ไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น สี ควรพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ว่าน้ำผึ้งต่างชนิดกันอาจจะทำให้สีสบู่ที่ได้ แตกต่างกันไป สัดส่วนของน้ำผึ้งที่เหมาะสม ควรอยู่ที่ประมาณร้อยละ 3 และหากรวมกับสารสกัดอื่น ควรไม่เกินร้อยละ 10 อย่างไรก็ตาม สบู่กลีเซอรีนที่ใช้ตั้งต้น จะส่งผลต่อความแข็งและลักษณะเนื้อสบู่ได้ จึงควรนำมาประกอบการพิจารณาด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามหากอยากได้คุณสมบัติจากน้ำผึ้งครบถ้วน ควรควบคุณอุณหภูมิขณะหลอมเหลวสบู่เพื่อหลอมส่วนผสม เนื่องจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะถูกทำลายไป หากโดนความร้อนที่อุณหูมิ 95 °C ระยะเวลา 5 นาที (Chen et al., 2012; Šarić et al., 2013)

4.2 การพัฒนาตำรับครีมที่มีส่วนผสมของน้ำผึ้งและไขผึ้ง

จากการพัฒนาตำรับโลชั่นบำรุงผิวสูตรที่ได้รับการคัดเลือก 3 สูตรเมื่อทดสอบความคงตัวที่สภาวะเร่งต่างๆ พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพคือไม่เหลวหรือแข็งตัวขึ้น และยังคงมีกลิ่นน้ำหอมอยู่ ค่า pH ยังคงอยู่ในช่วงที่เหมาะกับการใช้กับผิวหน้า

จากการทดสอบความพึงพอใจกับอาสาสมัครจำนวน 20 คน พบว่ามีความพึงพอใจกับเนื้อครีม ด้านเกลี่ยง่าย ซึมซาบเร็ว ไม่เหนียวเหนอะและมัน โดยมีข้อเสนอแนะเรื่องความเหลมของครีมในสูตรที่ 1-2 ควรปรับปรุงให้เนื้อเข้มข้นขึ้น ในการปรับปรุงสูตรจะมีข้อเสนอแนะที่ต้องคำนึงถึงคือ

1.) สัดส่วนของน้ำมัน (oil) ที่ใส่ สามารถที่จะปรับเปลี่ยนใหม่เหมาะสมกับสภาพผิว เช่น ผิวแห้ง ผิวมัน ผิวผสม โดยสามารถปรับไขผึ้งทดแทนน้ำมันได้ เนื่องจากไขผึ้งที่นำมาใช้มีอายุไขน้อย มีความบริสุทธ์สูง ทำหน้าที่เคลือบบำรุงผิวได้ดี

2.) สีของสารสกัดพรอพอลิสชันโรง จะทำให้มีของครีมเป็นสีเข้ม อาจจะถึงขั้นเหลืองน้ำตาล ดังนั้นสารสกัดพอพอลิสที่ผ่านการสกัดด้วยวิธีสกัดเย็น จะทำให้ได้สารสกัดพรอพอลิสที่มีสีน้ำตาลเข้ม จึงไม่ควรใส่เกินร้อยละ 1 เพราะจะทำให้สีของครีมเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล หรือควรแก้ปัญหาสีของพอพอลิสก่อนที่จะนำมาใช้

3.) น้ำผึ้งในสัดส่วนที่มากเกินไป อาจจะส่งผลต่อความคงตัวของครีม โดยพบว่าสูตรตำรับที่มีสัดส่วนของน้ำผึ้งร้อยละ 10 ไม่ผ่านการทดสอบความคงตัว ในขณะสูตรที่มีผึ้งร้อยละ 2.5 ผ่านการทดสอบความคงตัว

4.) จากผลการทดสอบผู้บริโภคนิยมครีมที่มีสีอ่อน จึงควรทำการวิจัยต่อในส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ที่มาจากสารสกัดพรอพอลิส

5.) ทดสอบคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์และการยอมรับผู้บริโภค: เพื่อพัฒนาให้ได้สูตรตำรับที่ดีที่สุดควรมีการศึกษาเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง และประเมินความพึงพอใจเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม

ไขผึ้งถูกใช้ในองค์ประกอบในเครื่องสำอางค์ ร้อยละ 20-30 อุตสาหกรรมยาร้อยละ 25-30 เทียนไข ร้อยละ 20 และอื่นๆ ร้อยละ 10-20 ในเครื่องสำอางค์ไขผึ้งนิยมใส่เป็นส่วนประกอบของ ครีม น้ำมันนวด และโลชั่น โดยมีคุณสมบัติสารออกฤทธิ์ชีวภาพต้านจุลินทรีย์และต้านการอักเสบ (Machova, 1993)

4.3 ข้อเสนอแนะ

1.) น้ำผึ้งมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง แต่ควรระมัดระวังเรื่องปริมาณน้ำตาล ซึ่งอาจจะกระตุ้นให้ครีมเสียได้ง่าย

2.) สารสกัดพอพอลิสมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านการอักเสบสูง แต่ก็มีข้อควรระวังในเรื่องการระคายเคือง จึงควรมีการพัฒนาต้นตำรับเพิ่มเติมเพื่อศึกษาให้ชัดเจน ถึงสัดส่วนที่จะใช้ในครีมบำรุงผิว อีกทั้งยังให้สีเข้ม อาจจะกระทบกับความคงตัวของสีครีมที่เกิดขึ้น

3.) ควรทำการเปรียบเทียบต้นทุนว่าเมื่อเทียบกับครีมพื้นฐานอื่นๆ มีต้นทุนแตกต่างกันอย่างไร คุ้มค่าต่อการนำมาใช้หรือไม่

เอกสารอ้างอิง

สมานวนกิจ, หลวง. 2507. *คุณประโยชน์ของผึ้งและน้ำผึ้ง*. วิทยาศาสตร์ 18: 364–373.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ สุรีรัตน์ เดี่ยววาณิชย์ และอรวรรณ ดวงภักดี. 2551. *ผึ้งและน้ำผึ้ง*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.

Agero, A.L. and Verallo-Rowell, V.M. 2004. A randomized double-blind controlled trial comparing extra virgin coconut oil with mineral oil as a moisturizer for mild to moderate xerosis. *Dermatitis* 15: 109-116.

Coggshall, W.L. and Morse, R.A. 1984. *Beeswax. Production, harvesting and products.* Wicwas Press New York New York

Crane, E. 1990. *Bees and beekeeping: Science, practice and world resources.* Cornell University Press Ithaca, New York

Crane, E. 1983. *The Archaeology of Beekeeping.* Gerald Duckworth & Co. Ltd. London

Hörandner, E., Hutsteiner, H., Moosbeckhofer, R. and Zecha-Machly, H. 1993. *Von Bienen und Imkern, von Wachs und Honig.* Verlag Christian Brandstätter Wien

DeMera, J.H. and Angert, E.R. 2004. Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. *Apidologie* 35: 411-17.

Dixit, S. 2005. Honey in cosmetic preparations. *Chemical Weekly* 4: 164-168.

Friedman, M. and Wolf, R. 1996. Chemistry of soaps and detergents: Various types of commercial products and their ingredients. *Clinics in Dermatology 1: 7-13*

Krell, R. 1996. *Value-added products from beekeeping. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma*; 409 pp

Miorin, P.L., Levy, Jr N.C., Custodio, A.R., Bretz, W.A. and Marcucci M.C. 2003. Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. *J Appl Microbiol* 95: 913-20.

Nevin, K.G. and Rajamohan, T. 2004. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. *Clin. Biochem* 37: 830-835.

Nevin, K.G. and Rajamohan, T. 2008. Influence of virgin coconut oil on blood coagulation factors, lipid levels and LDL oxidation in cholesterol fed SpragueeDawley rats. *The European e-J. Clin. Nutr. and Metabolism.* **3**: 1-8.

Oldroyd, B.P. and Wongsiri, S. 2006. *Asian honey bee: biology, conservation, and human interaction*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Winston, M.L. 1987. *The Biology of the Honey Bee*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Rohman, A., Che Man, Y.B. and Sismindari. 2009. Quantitative analysis of virgin coconut oil in cream cosmetics preparations using fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Pak. J. Pharm. Sci*. 22: 415-420.