ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

วันทนา ติดชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2562

EFFICIENCY OF *Feronia limonia* (L.) Swing CRUDE EXTRACT AS TYROSINASE ACTIVITY INHIBITION

WANTANA TIDCHAI

A THESIS SUMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN SCIENCE EDUCATION
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE PATHUM THANI
2019

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส
ชื่อนักศึกษา	วันทนา ติดชัย
รหัสประจำตัว	58B54670103
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตรศึกษา

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิตา ทิศาดลดิลก)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัณณ์รภัส ถกลภักดี)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ

(อาจารย์ ดร.วรางคณา จิตตชุ่ม)

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 20 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส
ชื่อนักศึกษา	วันทนา ติดชัย
รหัสประจำตัว	58B54670103
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตรศึกษา
ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาปริมาณฟีนอลิก แทนนิน และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิด 2) ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งและลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับทานาคา 3) หาปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสมากที่สุด ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง 4) พัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีบางประการและทางจุลชีววิทยาของโลชั่น และ 5) เผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ นำส่วนของกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา มาสกัดด้วยเอทานอล 95% ด้วยเทคนิคแบบแช่ยุ่ย นำส่วนของสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิดมาวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกแทนนินทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ด้วยวิธี Aluminium chloride colorimetric นำสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิด ไปศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Dopachrom เปรียบเทียบกับสารสกัดหยาบทานาคาโดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คัดเลือกส่วนของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสมากที่สุดไปวิเคราะห์ปริมาณอาร์บูตินด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง เทียบกับสารสกัดหยาบทานาคา แล้วนำสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดไปพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว ทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Heating Cooling 6 Cycles ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีบางประการ และตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในโลชั่น ตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข นำความรู้จากผลงานวิจัยไปถ่ายทอดโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ให้กับชุมชน 30 คน ชุดอบรมเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย เอกสารประกอบการอบรม ภาคปฏิบัติ และการประเมินผล ที่หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังอบรมโดยการทดสอบค่าทีและประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า

1) สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิด มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 11.04±0.34 และ 15.89±0.23 มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัดหยาบ ตามลำดับ มีปริมาณแทนนินทั้งหมด เท่ากับ 7.59±0.39 และ 11.01±0.32 มิลลิกรัมของกรดแทนนิก/กรัมของ

สารสกัดหยาบตามลำดับ มีปริมาณฟลาโวนอยด์ ทั้งหมด เท่ากับ 14.46±0.29 และ 27.73±0.28 มิลลิกรัมของรูทิน/กรัมของสารสกัดหยาบตามลำดับ

2) ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคามีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.27, 0.16 และ 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) คัดเลือกสารสกัดหยาบในส่วนของกิ่งมะขวิดและทานาคามาหาปริมาณของอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่า มีปริมาณอาร์บูตินเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรและเท่ากับ 0.206 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

4) การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด พบว่า โลชั่นที่ได้มีความคงตัวและได้เนื้อสีเหลืองอ่อนรวมเป็นเนื้อเดียวกันไม่ตกตะกอน มี pH เท่ากับ 7.50 และมีคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน ตามของประกาศกระทรวงสาธารณสุข

5) ชุดอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ส่วน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.98 เมื่อนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า หลังอบรมผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้สูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่า ผลประเมินความพึงพอใจในการอบรมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\overline{x}$ = 4.38, S.D. = 0.54)

คำสำคัญ : มะขวิด เอนไซม์ไทโรซิเนส โลชั่น

Thesis Title	Efficiency of *Feronia limonia* (L.) Swing Crude Extract as Tyrosinase Activity Inhibition
Student	Wantana Tidchai
Student ID	58B54670103
Degree	Master of Science
Field of Student	Science Education
Thesis Advisor	Associate Professor Dr.Sasamol Phasuk
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr.Poonyanuch Nilsang

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) analyze the total phenolic, tannin and, flavonoid contents of *Feronia limonia* (L.) Swing from its branches and stems, 2) study the efficiency of the tyrosinase inhibition activity of *Feronia limonia* (L.) Swing and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem crude extracts, 3) analyze the arbutin contents in *Feronia limonia* (L.) Swing with the best tyrosinase inhibition activity and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem using a high performance liquid chromatography technique, 4) develop a lotion and study its physical-chemical and microbiological properties, and 5) transfer the research knowledge to the community. The branches and stems of *Feronia limonia* (L.) Swing and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem were extracted with 95% ethanol using the maceration technique. The *Feronia limonia* (L.) Swing branch and stem crude extracts were analyzed in terms of total phenolic and tannin contents using the Folin-Ciocalteu method, whereas the total flavonoid contents was analyzed using an aluminium chloride colorimetric method. The *Feronia limonia* (L.) Swing and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem crude extracts were studied in terms of the efficiency of the tyrosinase inhibition activity using the dopachrom method by Kruskal-Wallis at the statistically significant level of 0.05. The best part of the branches and stems of *Feronia limonia* (L.) Swing were analyzed for arbutin contents and compared to *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem. The *Feronia limonia* (L.) Swing branch crude extracts were developed into a body lotion. The stability was investigated using the 6 heating cooling cycles method to see some physical-chemical and microbiological properties through a microbial limit test designated by The Notification of the Ministry of Public Health standards. Finally, the research knowledge was transferred to 30 people through workshops entitled: “The development of lotion from branches of *Feronia limonia* (L.) Swing crude extract.” The quality of the training tools was determined by the index of

congruence. Mean standard deviation and t-test were used to evaluate the knowledge presented in the pre-test and post-test after the training program.

The results were as follows:

1) The total phenolic contents of *Feronia limonia* (L.) Swing from branches and stem leaves were found to be 11.04±0.34 and 15.89±0.23 mg of gallic/gram of extract, respectively. In terms of the total tannin contents, they were 7.59±0.39 and 11.01±0.32 mg of tannic/gram of extract, respectively. In addition, the total flavonoid contents were 14.46±0.29 and 27.73±0.28 mg of rutin/gram of extract, respectively.

2) The efficiency of the tyrosinase inhibition activity from *Feronia limonia* (L.) Swing crude extracts from branches, stems and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem leaves were showed with IC_{50} as 0.27, 0.16 and 0.15 mg/ml, respectively. There were no statistically significant differences.

3) The selected parts of the branches from *Feronia limonia* (L.) Swing and *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem analyzed for the arbutin in the crude extracts showed as 0.062 mg/ g and 0.206 mg/ g, respectively.

4) The process of developing the lotion revealed that the stability test showed the best formula with a high stability of the physical-chemical properties, pale yellow in color, homogeneous, non precipitated, and with a pH 7.50. In addition, there was no bacteria or fungi contamination, and so it met The Notification of the Ministry of Public Health standards.

5) The training program had an index of congruence of 0.98. It resulted in an increase in knowledge of the participants in the sample at the statistically significant level of 0.05. In addition, satisfaction was found to be at a high level, ($\overline{x}$ = 4.38, S.D. = 0.54).

Keywords: *Feronia limonia* (L.) Swing, Tyrosinase Activity Inhibition, Lotion

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ โดยเฉพาะ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำปรึกษา เสนอความคิดเห็น ชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สิตา ทิศาดลดิลก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัณณ์รภัส ถกลภักดี อาจารย์ ดร.วรางคณา จิตตชุ่ม และผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แสง-ชูโต รองศาสตราจารย์ ดร.วิลาส พุ่มพิมล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เพ็งพัด ที่กรุณาตรวจชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อิสรา นามตาปี อาจารย์ประจำศูนย์ภาษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความช่วยเหลือตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ให้เป็นไปตามหลักของการเขียนที่ถูกต้องของงานวิจัยฉบับนี้

ขอกราบพระคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ นางสาวเยาวนารถ งามนนท์ นางสาวงามเนตร ระพันธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการสอนทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และขอกราบขอบพระคุณแม่บ้านประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกตลอดการทำวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณครอบครัว คุณพ่อบัณฑิตย์ ติดชัย คุณแม่บุญสม ติดชัย และ ดร.สมเกียรติ ติดชัย ที่เป็นเสมือนแรงพลักดัน คอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

คุณูปการจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบคุณงามความดีทั้งหลาย เพื่อตอบแทนแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่ให้ความเมตตา อบรม สั่งสอนและให้ความรู้เพื่อเป็นผลให้มีกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

วันทนา ติดชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขวิด	6
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทานาคา	9
2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของผิว	10
2.4 ความรู้ทั่วไปเรื่องเอนไซม์ไทโรซิเนส	13
2.5 กระบวนการสร้างและควบคุมเม็ดสีเมลานิน	14
2.6 สารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เป็นสารอันตราย	17
2.7 ความรู้ทั่วไปของอาร์บูติน	20
2.8 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอางตาม พรบ. เครื่องสำอางของกระทรวงสาธารณสุข	22
2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลชั่น	24
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	31
3.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การวางแผนการทดลอง	33
3.3 การทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	33
3.4 การถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัย	45
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
4.1 ผลการสกัดสารสกัด กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และ ทานาคา	49
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ ฟีนอลิก แทนนิน ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด	51
4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	54
4.4 ผลการหาปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดหยาบจากมะขวิด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง	56
4.5 ผลของการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	58
4.6 ผลการเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	61
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการวิจัย	62
5.2 อภิปรายผล	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก รายชื่อ หนังสือเชิญ และผลประเมินชุดฝึกอบรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ	73
ภาคผนวก ข ผลทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์ (สถิติครูสคัล-วัลลิส) เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา	83
ภาคผนวก ค วิธีการคำนวณหาปริมาณอาร์บูติน	85
ภาคผนวก ง ผลคะแนนการทดสอบ ก่อน-หลัง อบรม และคะแนนความพึงพอใจ	89
ภาคผนวก จ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการผลงานวิจัย	93
ภาคผนวก ฉ ชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	98
ภาคผนวก ช ภาพประกอบการอบรม	131
ประวัติผู้วิจัย	136

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	การเติมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไซโรเนส.....	38
3.2	ส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 1.....	40
3.3	ส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 2.....	41
4.1	ร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคา ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย.....	50
4.2	ผลการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก.....	51
4.3	ผลการหาปริมาณแทนนินทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของแทนนิก.....	52
4.4	ผลการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้น มะขวิดเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดรูทิน.....	53
4.5	ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจากกิ่ง มะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา.....	54
4.6	ผลการเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา.....	55
4.7	การทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วัลลิสในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา...	55
4.8	ผลการหาปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และ ทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง.....	57
4.9	ปริมาณของสารอาร์บูตินในสารสกัดจาก กิ่งมะขวิด ทานาคา เมื่อเทียบสาร มาตรฐานอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง.....	58
4.10	ลักษณะทางกายภาพ และ เคมี บางประการของผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวจากสาร สกัดหยาบกิ่งมะขวิดหลังการทดสอบความคงตัว.....	59
4.11	ผลการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558.....	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.12 ผลเปรียบเทียบความรู้ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ก่อนและหลังการอบรม..... 61

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิด	3
2.1	ลำต้นมะขวิด	6
2.2	ใบมะขวิด	7
2.3	ดอกมะขวิด	8
2.4	ผลมะขวิด	8
2.5	ลำต้นทานาคา	9
2.6	โครงสร้างชั้นผิวหนัง	10
2.7	โครงสร้างชั้นผิวหนังกำพร้า	11
2.8	โครงสร้างชั้นผิวหนังแท้	12
2.9	โครงสร้างของไทโรซิเนส	13
2.10	กระบวนการชีวสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน	14
2.11	ตำแหน่ง active site ของเอนไซม์ไทโรซิเนส	16
2.12	ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารไฮโดรคิโนนปริมาณสูง	17
2.13	ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารปรอทปริมาณสูง	18
2.14	ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารสเตียรอยด์ปริมาณสูง	19
2.15	ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีเรตินอยด์ในปริมาณสูง	20
2.16	การทำงานของอาร์บูติน	21
3.1	แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	32
4.1	สารสกัดหยาบ	50
4.2	กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก	51
4.3	กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแทนนิก	52
4.4	กราฟสารละลายมาตรฐานของรูทิน	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5	โครมาโทแกรมด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด.....	56
4.6	โครมาโทแกรมด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงของสารสกัดหยาบทานาคา.....	56
4.7	โครมาโทแกรมด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงของสารมาตรฐานอาร์บูติน.....	57
4.8	โลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดสูตรที่ 1 หลังการทดสอบสภาวะเร่ง.....	58
4.9	โลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดสูตรที่ 2 หลังการทดสอบสภาวะเร่ง.....	59

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ส่วนใหญ่ของปัญหาผิวคล้ำเสีย เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเลต หรือ รังสียูวี อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ต้นกำเนิดเกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่ และ เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น อาทิ จอมือถือ จอโทรทัศน์ หลอดไฟ ทำให้รังสียูวีมีอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน คนส่วนใหญ่คิดว่าการที่รังยูวีจะทำร้ายผิวให้คล้ำเสียได้นั้น ต้องอยู่ท่ามกลางแดดร้อนจัดเท่านั้น จึงป้องกันผิวจากแสงแดดด้วยการใส่เสื้อแขนยาว ทาครีมกันแดด กลางร่มเวลามีกิจกรรมกลางแดด ซึ่งความเป็นจริงแล้วแม้ยูวีเพียงเล็กน้อยสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินบนผิวเราได้

ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์พบได้ทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพืชและสัตว์สำหรับมนุษย์ทำหน้าที่ในการสร้างเม็ดสีเมลานินพบมากบริเวณผิวหนัง เพื่อปกป้องผิวจากสภาวะสิ่งแวดล้อมการมีเมลานินสะสมที่ผิวหนังจำนวนมากๆทำให้ผิวคล้ำ ฝ้า กระ(พัชรี ขุนหลัดและคนอื่น ๆ ,2551)ด้วยเหตุนี้จึงต้องการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสเพื่อลดการเกิดผิวคล้ำเสียฝ้ากระด้วยสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นั้นยกตัวอย่างเช่นอาร์บูตินซึ่งเป็นสารในหมวดไวท์เทนนิ่งที่เป็นอนุพันธ์ของสารพวกไฮโดรคิวโนนมีหน้าที่ไปช่วยยับยั้งการออกซิเดชั่นของเอนไซม์ในร่างกาย (Maeda&Fukuda, 1996)อาร์บูตินมาจาก 2 แหล่งคือ สังเคราะห์จากไฮโดรควิโนนและสกัดจากพืช Kanlayavattanakul&Lourith.(2018)ได้กล่าวว่าพืชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพให้ผิวขาวกำลังได้รับความสนใจในหมู่ผู้บริโภคและนักวิจัยเพราะเป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยกว่าสารสังเคราะห์จึงมีการศึกษาและสกัดอาร์บูตินในพืชเพื่อใช้ในธุรกิจเครื่องสำอางมากขึ้น Lourithet al.(2012) ได้ค้นพบว่าทานาคามีสารอาร์บูตินอยู่ประมาณ0.750%±0.414 ของน้ำหนักสารสกัดหยาบ

ทานาคาชื่อวิทยาศาสตร์*Limoniaacidissima L.*หรือ*Hesperethusacrenulata (Roxb.)* Roem.วงศ์: Rutaceaeผงทานาคาเป็นที่รู้จักกันดีในทางวงการเครื่องสำอางนิยมใช้ประทินผิวในประเทศเมียนมาให้ผิวหน้าเนียนกระจ่างใส ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากจะค้นพบว่า ทานาคามีอาร์บูตินซึ่งWangthong et al. (2010)ได้ดำเนินการศึกษาพบว่าทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส(Funayama et al.2014) ได้พบว่าเบต้าอาร์บูตินที่สกัดมาจากพืชสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สำหรับประเทศไทยเองก็มีพืชประจำถิ่นที่อยู่ในวงศ์เดียวกับทานาคาคือมะขวิด

มะขวิดชื่อวิทยาศาสตร์ *Feronia limonia* (L.) Swing วงศ์ : Rutaceaeเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางอยู่ในกลุ่มไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตรสมัยโบราณใช้นำมาปรุงยาหลายตำรับ สุวรรณาจันคนา (2559) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียของใบมะขวิด พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อ*Plasmodium falciparum*ได้ซึ่งแนะนำให้ประชาชนสามารถนำใบมะขวิดมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคมาลาเรียได้และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของมะขวิด โดยจันทิมานามโชติ และคนอื่นๆ(2556)ได้ทำการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดที่สกัดด้วยเมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแต่ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดนำเอามะขวิดมาศึกษาประสิทธิภาพยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่ามะขวิดนั้นมีอาร์บูตินที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้เช่นเดียวกัน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำส่วนของกิ่งและลำต้นมะขวิดซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยมาสกัดด้วยเอทานอลและนำสารสกัดเพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และศึกษาปริมาณของอาร์บูตินในสารสกัด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว เพราะโลชั่นเป็นเครื่องสำอางที่นิยมใช้ ซึ่งสามารถใช้บำรุงผิวได้กับทุกเพศทุกวัยทุกสีผิวและใช้บำรุงผิวได้ในทุกๆฤดูกาลถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถทาผิวหนังได้เป็นบริเวณกว้างให้ความรู้สึกชุ่มชื้นไม่เหนอะหนะซึมซาบดีให้ความรู้สึกสบายผลวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าพืชพื้นเมืองของไทยและสามารถพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1เพื่อหาปริมาณฟีนอลิกแทนนินและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดกิ่งและลำต้นมะขวิด

1.2.2เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิดเปรียบเทียบกับทานาคา

1.2.3 เพื่อหาปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสมากที่สุดด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

1.2.4 เพื่อพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีบางประการ และทางจุลชีววิทยาของโลชั่น

1.2.5 เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

1.3 กรอบแนวคิด

โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้วางแผนกรอบแนวคิดดังนี้

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิด

1.4สมมติฐานของการวิจัย

สารสกัดหยาบมะขวิดมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

1.5ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 มะขวิด *Feronialimonia*(L.) Swingที่ใช้ในการศึกษาปริมาณอาร์บูตินฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสจาก จ.สิงห์บุรี โดยตัดกิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 -10 เซนติเมตร และลำต้นมะขวิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 -20 เซนติเมตร นำมาผึ่งแดดให้แห้ง สับเป็นชิ้นเล็กๆ ห่อด้วยผ้าขาวบางและสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95%

1.5.2 ทานาคา*Hesperethusacrenulata*(Roxb.) Roemที่ใช้ในการศึกษาปริมาณอาร์บูติน ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสจากประเทศเมียนมา ซื้อผ่าน จ.เชียงราย โดยนำท่อนทานาคามาผึ่งแดดให้แห้ง สับเป็นชิ้นเล็กๆ ห่อด้วยผ้าขาวบางและสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95%

1.5.3วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกและแทนนินทั้งหมดโดยวิธีFolin-Ciocalteu

1.5.4วิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยวิธีAluminiumchloride colorimetric

1.5.5วิเคราะห์ปริมาณอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง(HPLC) ส่งวิเคราะห์ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.6ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Dopachrom

1.5.7 ทดสอบคุณสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์โลชั่น ความคงตัว (Stability test) ของสูตรโลชั่นด้วยเทคนิค Heating cooling 6 cycle ตรวจสอบหาปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ตามตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องกำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ.2559

1.5.8 ชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง"การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด" ประกอบด้วยเอกสาร 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เอกสารประกอบการอบรม

ส่วนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

ส่วนที่ 3 การประเมินผล

1.5.9 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลซีน้ำร้าย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 30 คน

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1.6.1 กิ่งมะขวิดหมายถึงส่วนของกิ่งมะขวิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง8 -10 เซนติเมตร

1.6.2 ลำต้นมะขวิดหมายถึงส่วนของลำต้นมะขวิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16-20 เซนติเมตร

1.6.3 สารสกัดหยาบมะขวิด หมายถึง การนำส่วนกิ่ง และลำต้นของมะขวิดสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล95% แล้วนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบเยือกแข็งจะได้สารสกัดหยาบจากมะขวิด

1.6.4 สารสกัดทานาคา หมายถึง การนำท่อนทานาคา สกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล 95% นำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบเยือกแข็งจะได้สารสกัดหยาบจากทานาคา

1.6.5 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบมะขวิด หมายถึง การนำสารสกัดหยาบไปทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยวิธี Dopachomพิจารณาค่า IC_{50} ที่ได้

1.6.6ประสิทธิภาพการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากมะขวิด หมายถึงการนำสารสกัดหยาบไปทดสอบฤทธิ์การยับยั้งโดยวิธีDopachomพิจารณานำเอาค่า IC_{50} เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก

1.6.7โลชั่นบำรุงผิวที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสหมายถึง การนำสารสกัดหยาบจากส่วนที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีที่สุดของมะขวิดมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว

1.7ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบประสิทธิภาพการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิด

1.7.2ได้สูตรผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิด

1.7.3 เป็นการส่งเสริมและเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพรท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการดำเนินการทางวิจัยตามลำดับดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขวิด
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทานาคา
2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของผิว
2.4 ความรู้ทั่วไปเรื่องเอนไซม์ไทโรซิเนส
2.5 กระบวนการสร้างและควบคุมเม็ดสีเมลานิน
2.6 สารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เป็นสารอันตราย
2.7 ความรู้ทั่วไปของอาร์บูติน
2.8 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอางตามพรบ.เครื่องสำอางของกระทรวงสาธารณสุข
2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลชั่น
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    2.10.1 งานวิจัยในประเทศ
    2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องมะขวิด

ภาพที่ 2.1 ลำต้นมะขวิด
ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.htm

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Feronia limonia* (L.) Swing หรือ *Feronia limonia* (L.) Swingle

ชื่อวงศ์ : Rutaceae

ชื่อสามัญ : Wood applel, Ephant Apple, Monkey Fruit, Curd Fruit

ชื่ออื่น ๆ : มะขวิด มะฟิด

มะขวิด เป็นต้นไม้ยืนต้นขนาดกลางอยู่ในกลุ่มไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตรกิ่งแขนงมีหนามเรียวแหลมตรงยาวประมาณ 4 เซนติเมตรเป็นไม้พลัดใบในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์

ภาพที่ 2.2 ใบมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

2.1.1 ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ออกตรงข้ามมี 2-3 คู่รูปไข่ มีใบย่อย 5-7 ใบ ออกเป็นกระจุกตามข้อ และสลับกันไปตามกิ่ง ใบย่อยรูปรีแกมไข่กลับยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีจุดต่อมน้ำมันเมื่อขยี้แล้วให้กลิ่นอ่อน ๆ มีสรรพคุณช่วยห้ามโลหิตระดูของสตรี และใช้ใบเป็นยาฝาดสมานนำมาล้างน้ำตำพอกหรือทาแก้อาการฟกบวมปวดบวมช่วยรักษาฝีและโรคผิวหนังบางชนิด ค้นพบว่าใบมะขวิดที่มีต่อมน้ำมันนั้น เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์กำจัดเชื้อโรค จึงช่วยแก้อาการโรคผิวหนังได้ และยังสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออหิวาตกโรคในหลอดทดลองได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำใบอ่อนคั้นเอาน้ำมาผสมนมและน้ำตาลทำเป็นลูกอมช่วยให้ระบบน้ำดีในร่างกายทำงานเป็นปกติเพื่อรักษาอาการผิดปกติให้เด็กกินแก้ท้องอืดท้องเฟ้อได้เช่นกัน ยางเหนียวของผลมะขวิดเมื่อตากแห้งแล้วป่นเป็นผงผสมน้ำผึ้งใช้กินรักษาโรคบิดและอาการท้องเสียในเด็ก

ใช้หนามตามลำต้นนำมาบดเข้ายารักษาการตกเลือดขณะมีประจำเดือนเปลือกนำมาเคี่ยวรวมกับเปลือกต้นจิกใช้รักษาแผล

ภาพที่ 2.3 ดอกมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

2.1.2 ช่อดอก ออกปลายยอดหรือซอกใบมีทั้งดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศออกที่ปลายกิ่งหรือที่ซอกใบ ดอกย่อยเมื่อบานเต็มที่ขนาด 2-2.5 เซนติเมตร กลีบดอก 6 กลีบสีเหลืองอ่อนแต้มชมพู เกสรตัวผู้ มี 10-12 อัน ก้านชูเกสรส่วนโคนเชื่อมติดกัน อับละอองอวบอ้วนสีส้มแกมม่วง เกสรตัวเมีย 1 อัน รังไข่แบบเหนือชั้นวงกลีบ ยอดชูเกสรตัวเมียอ้วนใหญ่ทรงกระบอกปลายมนสีเขียว

ภาพที่ 2.4 ผลมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

2.1.3 ผล มีเปลือกแข็งรูปกลม ผิวมีลักษณะเป็นขุยสีออกขาว เมื่อแก่มีขนาด 8-10 ซม. ผลดิบต้มน้ำกับดีปลีและผสมน้ำผึ้งนำมาจิบบ่อย ๆ ช่วยลดอาการสะอึก หรือผลดิบมาหั่นบาง ๆ ตากแห้งนำมาชงกับน้ำร้อนกินเป็นยาบำรุงธาตุ ภายในผลมีเนื้อกลิ่นหอม มีเมล็ดจำนวนมาก มีเมือกหุ้มเมล็ด เนื้อผลมะขวิดสุกมีสีน้ำตาลคล้ายสีมะขาม มีรสอมเปรี้ยวอมหวานกลิ่นหอม น่ารับประทาน เนื้อมะขวิดมีน้ำตาลหลายชนิดที่ร่างกายต้องการ มีกากใยอาหารช่วยขับถ่ายสะดวกและมีวิตามินซีสูง จึงมีประโยชน์ต่อร่างกาย ผลจะสุกในช่วงของเดือนตุลาคม-ธันวาคม มะขวิดพบได้ในป่าธรรมชาติไปจนถึงประเทศมาเลเซีย เกาะชวา เกาะบาหลีประเทศอินโดนีเซีย และพบว่ามีการนำไปปลูกเพื่อศึกษาในแคลิฟอร์เนียและฟลอริดาด้วยเพราะเป็นต้นไม้ที่มีความทนต่อสภาพดินและภูมิอากาศต่าง ๆ ได้ดี และยังเติบโตได้ในเขตมรสุมหรือในเขตร้อนที่มีอากาศแห้งแล้งเป็นบางช่วงได้

2.1.4 ยาง จากลำต้นมะขวิดเป็นยาฝาดสมานจึงช่วยห้ามเลือดได้ ด้วยความเหนียวของยางหรือมีกัม (gum) จำนวนมาก จึงนำมาใช้ประโยชน์ติดหรือเชื่อมต่อสิ่งของแบบเป็นกาวยางและใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาหรือสีในงานจิตรกรรมไทยในฤดูฝนจะมีน้ำยางจากลำต้นเป็นยางเหนียวใส ชาวอินเดียนิยมนำยางมาใช้ติดวัสดุและใช้เป็นส่วนผสมของสีน้ำสำหรับวาดรูปใช้ทำหมึกและสีย้อมต่าง ๆ เปลือกผลมีความแข็งสามารถนำมาทำเป็นภาชนะใส่ของเนื้อไม้จากลำต้นมีสีเหลืองอมเทาเนื้อแข็งและหนักนิยมใช้เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ และนำมาแกะสลักงานศิลปะให้สีเนื้อไม้

2.1.5 เปลือกลำต้น ใช้แก้ฝีเปื่อยแก้บวมแก้อาการลงท้องตกโลหิตและแก้พยาธิ

พบว่าในบางท้องถิ่นนำเปลือกต้นมะขวิดมาบดละเอียดทำเป็นแป้งทาหน้านอกจากนี้ชาวอินเดียใช้มะขวิดเป็นยาบำรุงตับและหัวใจ

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องทานาคา

ภาพที่ 2.5 ต้นทานาคา

ที่มา : Shutterstock. (2019). **Hesperethusa crenulata (roxb.) roem.** Retrived from https://www.shutterstock.com/search/hesperethusa+crenulata+(roxb.)+m.+roem.

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Hesperethusa crenulata* (Roxb.) Roem, *Limonia acidissima*

ชื่อวงศ์ : Rutaceae

ชื่อสามัญ : Thanakha

ชื่ออื่น ๆ : ทานาคา

เป็นไม้ต้นขนาดเล็กมีความสูง 3 - 8 เมตร พบในเขตร้อนชื้นของเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยและเมียนมา ตามป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง Goldsberry, Dinner และ Hanke (2014) ทานาคาเป็นต้นไม้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประเทศสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา รวมทั้งอินเดียศรีลังกาชวาและปากีสถาน ถูกใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมานานกว่า 2,000 ปีซึ่งพบวิธีการนำฝนใช้กับผิวหน้าของราชวงศ์หลักในประเทศเมียนมา ได้ถูกปรากฏในบทเพลงโบราณเป็นวิธีการป้องกันแสงแดดแบบประเทศเมียนมา

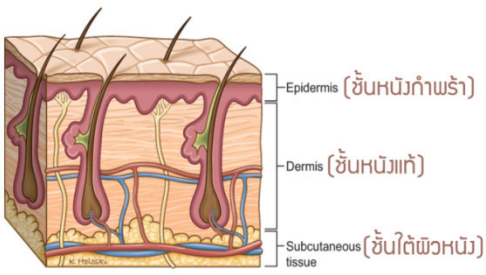
ปัจจุบันและได้พัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องสำอางขายทั้งในประเทศเมียนมาและประเทศใกล้เคียง พวกเธอจะฝนเนื้อไม้ที่มีสีขาวนวลจนถึงเหลืองกับน้ำเล็กน้อยบนแผ่นหินกลมที่มีร่องใกล้ขอบให้น้ำส่วนเกินไหลออกมา จะมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ใช้ทาผิวหนัง ทำให้ผิวเนียนสวย ลดความมันบนใบหน้า แต่ไม่ทำให้ผิวหน้าแห้ง ลดรอยเหี่ยวย่น ป้องกันผิวหน้าจากแสงแดด ป้องกันและรักษาสิว ฝ้า

ขณะนี้มีการพัฒนารูปแบบของทานาคาให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตคนยุคนี้มากขึ้น โดยจะเห็นผลิตภัณฑ์ผงบดละเอียดนามาใช้ได้เลย ไม่ต้องฝนอย่างแต่ก่อนและมีการพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องสำอาง ครีม โลชั่น มาสก์ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของผิว

ระบบผิวหนัง (Integumentary system) ผิวหนังเป็นเนื้อเยื่อห่อหุ้มร่างกายที่อยู่ชั้นนอกภายในชั้นผิวหนังมีปลายประสาทรับความรู้สึกจำนวนมาก

2.3.1 โครงสร้างของผิวหนัง

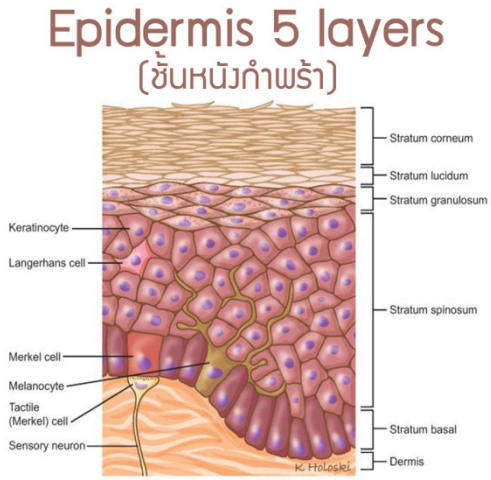


ภาพที่ 2.6 โครงสร้างชั้นผิวหนัง

ที่มา : ธีรวัฒน์ สุวรรณี. (2559). **กลไกลการทำงานผิวหนัง.** สืบค้นจาก http://www.idoctorhouse. com/library/physiology-skin/.

ผิวหนังแบ่งตามโครงสร้างออกได้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นหนังกำพร้า ชั้นหนังแท้ และชั้นเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง

2.3.1.1 ผิวหนังชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นบนสุด และคลุมอยู่บนหนังแท้มีความหนาตั้งแต่ 0.05 ถึง 5 มิลลิเมตร บริเวณที่บางสุด คือ รอบดวงตา บริเวณที่หนาสุดคือฝ่าเท้า หนังกำพร้าประกอบด้วยเซลล์เรียงซ้อนกันเป็นชั้นบาง ๆ อีก 5 ชั้นย่อย โดยเซลล์ชั้นในจะค่อย ๆ เลื่อนตัวและดันเซลล์ชั้นบนหรือชั้นนอกสุด ให้หลุดเป็นขี้ไคลออกไป ผิวหนังชั้นนี้ไม่มีหลอดเลือดเส้นประสาทรวมถึงต่อมต่าง ๆ หากผิวหนังชั้นนี้ได้รับอันตราย เราจะไม่รู้สึกแต่อย่างใด ทั้งนี้หนังกำพร้าจะเป็นทางผ่านของรูเหงื่อ เส้นขนและไขมัน ชั้นนี้จะมีเซลล์เม็ดสี (Melanin) โดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละคน



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างชั้นผิวหนังกำพร้า

ที่มา : ธีรวัฒน์ สุวรรณี. (2559). **กลไกลการทำงานผิวหนัง.** สืบค้นจาก http://www.idoctorhouse. com/library/physiology-skin/.

Epidermis แบ่งเป็นชั้นย่อยอีก 5 ชั้น มีเซลล์ต่าง ๆ ไล่เรียงจากล่างขึ้นบน

1. Startum Basale ชั้นนี้เป็นชั้นล่างสุด ได้รับเลือดจากหนังแท้ด้านล่าง เรียงตัวเป็นชั้น ๆ บาง ๆ และเซลล์นั้นยังมีชีวิต

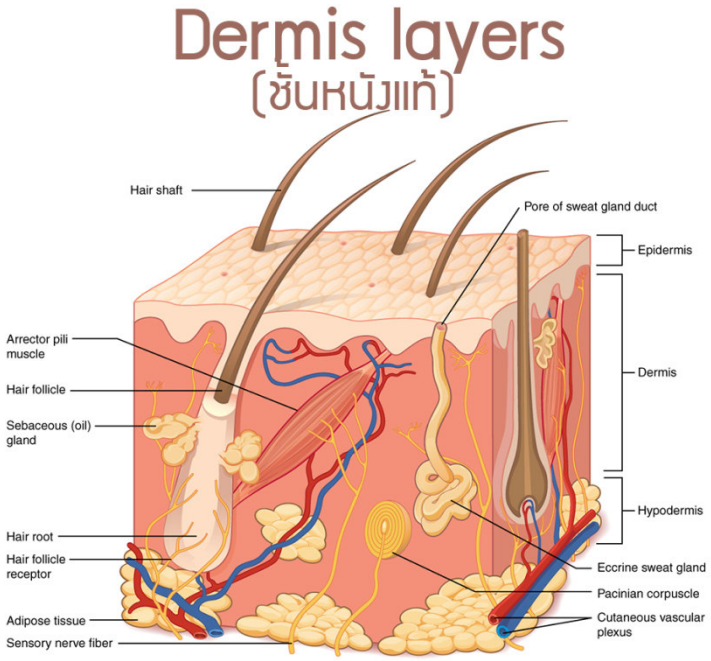
2. Startum Spinosum ชั้นบนขึ้นมาอีกชั้นและยังเป็นเซลล์มีชีวิต

3. Melanocyte ทำหน้าที่สร้างเม็ดสี ทำให้เกิดสีผิว และทำหน้าที่ด้านภูมิคุ้มกัน

4. Startum Granulosum เป็นชั้นถัดขึ้นมา ในชั้นนี้เซลล์เริ่มตาย และแบนลงเป็นชั้นที่มีเฉพาะในฝ่ามือและฝ่าเท้า และ ทั้งหมดเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว

5. Startum Corneum ชั้นบนสุดที่สัมผัสบรรยากาศภายนอก

2.3.1.2 ผิวหนังชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นล่างถัดจากชั้นหนังกำพร้า มี 2 ชั้นย่อย ผิวหนังชั้นนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลลาเจน อีลาสติน และไฮยารูรอน ทำให้ผิวหนังมีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นโดยมีหลอดเลือดฝอย ปลายประสาทรับความรู้สึก ระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมการทำงานของต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และรากขน ผม กระจายอยู่ทั่วผิวหนัง



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างชั้นผิวหนังแท้

ที่มา : ธีรวัฒน์ สุวรรณี. (2559). **กลไกลการทำงานผิวหนัง.** สืบค้นจาก http://www.idoctorhouse. com/library/physiology-skin/.

1. Blood Vessel (เส้นเลือด) ทั้งเส้นเลือดแดง และเส้นเลือดดำ ในผิวหนังมีการเก็บเลือดประมาณ 5% ของปริมาณเลือดทั้งหมด สามารถหดตัวเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้หากเกิดภาวะฉุกเฉิน ซึ่งควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ

2. Nerve Ending (เส้นประสาท) ซึ่งมีเส้นประสาทรับความรู้สึกมากมายต่าง ๆ เช่น รับอุณหภูมิ รับแรงกดหรือรับความเจ็บปวด

3. Sweat Gland (ต่อมเหงื่อ) ใช้ขับเหงื่อเพื่อรักษาสมดุลน้ำและอุณหภูมิร่างกาย

4. Sebaceous Gland (ต่อมไขมัน) ทำหน้าที่ในการหลั่ง sebum ออกมาตามรูขุมขนให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง ป้องกันน้ำ และป้องกันแบคทีเรีย ซึ่งต่อมไขมันนี้พบทุกส่วนยกเว้นฝ่ามือและฝ่าเท้า

2.3.1.3 ผิวหนังชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutis) อยู่ในสุดของชั้นผิวหนัง ประกอบด้วยไขมัน คอลลาเจน หลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยง ความหนาของชั้นใต้ผิวหนังจะแตกต่างกันไปตามอวัยวะ และเพศ ผิวหนังชั้นนี้ช่วยในการรับแรงกระแทก เป็นฉนวนกันอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

2.3.2 หน้าที่ของผิวหนัง

2.3.2.1 ป้องกันและปกปิดอวัยวะภายในไม่ให้ได้รับอันตราย

2.3.2.2 ป้องกันเชื้อโรคไม่ให้เข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง

2.3.2.3 ป้องกันไม่ให้น้ำภายนอกซึมเข้าไปในร่างกาย และน้ำในร่างกายระเหย

2.3.2.4 ขับเหงื่อซึ่งเป็นของเสียออกจากร่างกาย ทางต่อมเหงื่อ

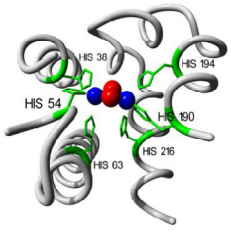
2.3.2.5 รักษาอุณหภูมิของร่างกาย และควบคุมการระเหยของเหงื่อ

2.3.2.6 รับความรู้สึกสัมผัส เช่น ร้อน หนาว เจ็บ เป็นต้น

2.3.2.7 สร้างวิตามินดีให้แก่ร่างกาย แสงแดดจะเปลี่ยนไขมันที่ผิวหนังเป็นวิตามินดี

2.4 ความรู้ทั่วไปเรื่องเอนไซม์ไทโรซิเนส

เอนไซม์ไทโรซิเนส หรือ Cresolase, Monophenol oxidase (Anonymous, 2006) โดยทั่วไปเอนไซม์ไทโรซิเนสจะพบในเนื่อเยื้อสัตว์และพืชถูกสังเคราะห์ขึ้นใน Rough Endoplasmic Reticulum ภายในโครงสร้างของเอนไซม์มีทองแดง (Cu) ที่ประกอบด้วยโลหะ Cu สองอะตอมโดยแต่ละอะตอมของ Cu จะมีสามตำแหน่งจับกับอะตอม N ของ histidine ในสายโซ่ของ amino acids และอีกสองตำแหน่งจับกับอะตอม O ของน้ำ (H_2O) ตำแหน่ง active site ของเอนไซม์ไทโรซิเนส (สุชาดา จันทร์พรหมมา, 2554) แสดงดังภาพที่ 2.9



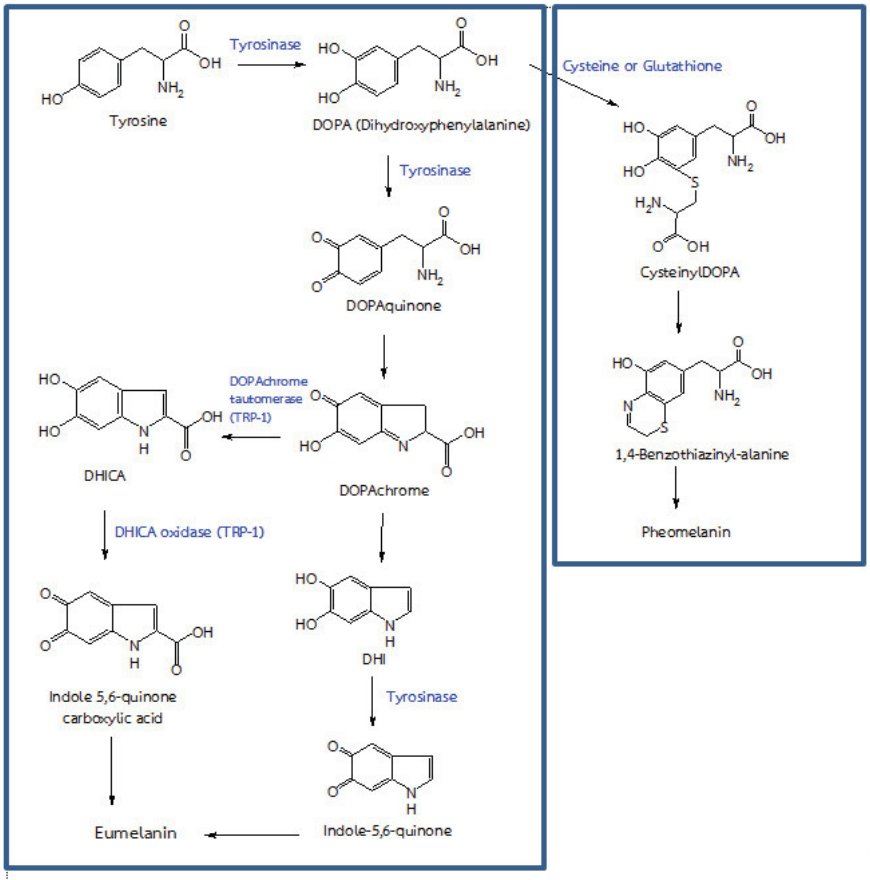
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของไทโรซิเนส

ที่มา : สุชาดา จันทร์พรหมมา. (2554). **การสังเคราะห์และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารอนุพันธ์ chalcones และ bischalcones.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.5 กระบวนการสร้างและควบคุมเม็ดสีเมลานิน

2.5.1 กระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน

ผลของการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ ทำหน้าที่ในการย่อยสลาย 3-(3,4-dihydroxyphenyl)-L-alanine หรือ L-DOPA ให้กลายเป็นเมลานิน (Melanin) (ดังภาพที่ 2.10) ซึ่งเป็นเม็ดสีที่สร้างจากเซลล์ผิวหนังซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการหมองคล้ำ กลไกการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสในการย่อยสลาย L-DOPA ให้กลายเป็นเมลานิน



ภาพที่ 2.10 กระบวนการชีวสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน

ที่มา : ประไพพิศ อินเสน. (2561). การยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รีไทย. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 12(2), 69-82.

ขั้นตอนที่ 1 เอนไซม์ไทโรซิเนสเร่งปฏิกิริยา ไฮดรอกซิเลชั่นเปลี่ยนแอล-ไทโรซีนไปเป็น 3,4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีนหรือแอล-โดปา

ขั้นตอนที่ 2 แอล-โดปา (L-DOPA) ถูกออกซิไดซ์ไป เป็นโดปาควิโนน (DOPA quinone) จากนั้นจึงสังเคราะห์ ต่อเป็นเมลานินซึ่งมีด้วยกันสองชนิด ได้แก่ ยูเมลานิน (eumelanin) และฟีโอเมลานิน (pheomelanin) ทั้งนี้ เม็ดสีเมลานินทั้งสองชนิดมีวิถีการสังเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยการสังเคราะห์ยูเมลานิน ซึ่งเป็นเม็ดสีเมลานินสีน้ำตาล หรือสีคล้ำจะอาศัยโปรตีนที่เรียกว่า Tyrosinase-related protein 1 (TRP-1) และเอนไซม์ DOPA chrome tautomerase (DCT หรือ TRP-2) ส่วนอีกวิถีหนึ่งจะ อาศัยการคอนจูเกตกันระหว่างโดปาควิโนนกับซีสเตอีน (cysteine) หรือ กลูตาไธโอน (glutathione) เพื่อสังเคราะห์ เป็นฟีโอเมลานินซึ่งเป็นเมลานินที่มีสีเหลือง

ขั้นตอนที่ 3 เม็ดสีเมลานินเหล่านี้จะถูกขนส่งไป เก็บไว้ยังเมลาโนโซม จากนั้นจะถูกขนส่งไปตามเดนไดรต์ เพื่อส่งเม็ดสีเหล่านี้ไปที่เคราติโนไซต์ซึ่งอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง โดยปกติผิวหนังของคนเราจะมีรอบในการผลัดเซลล์ผิว ประมาณ 28-39 วัน จากนั้นจะเกิดสร้างเซลล์ผิวหนังขึ้นมาใหม่เพื่อให้เกิดความกระจ่างใสของผิว ถ้าหาก ไม่เป็นไปตามรอบนั้นจะทำให้เกิดความหมองคล้ำขึ้น

ในกระบวนการสร้างเม็ดสีนอกจากมีเอนไซม์ไทซิเนสเป็นตัวเร่งในกระบวนการแล้ว ยังมีเอนไซม์อื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการอีกด้วย ได้แก่

1. เอนไซม์ Glutathione หรือ Cysteine โดยมีกลไกในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เปลี่ยนสาร DOPA quinone เป็นต้นแบบของ Dopachrome, DHI Pheomelanin, Eumelanin พบว่า สารนี้มีในน้ำผึ้ง จึงได้มีการนิยมนำน้ำผึ้งมาพอกผิวหรือรับประทานน้ำผึ้งเพื่อทำให้ผิวหน้าใสและลดรอยดำจากฝ้าหรือกระ

2. เอนไซม์ D. tautomerase เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสาร DHI เป็น Pheomelanin ซึ่งเกี่ยวข้องกับสีของกระ หรือรอยแดง

3. เอนไซม์ D.polymerase ทำหน้าที่เปลี่ยนสาร DHI ให้เป็นเม็ดสีแดง

4. เอนไซม์ D.peoxidase ทำหน้าที่เปลี่ยนเม็ดสีแดง ให้เป็นเม็ดสีดำ

เม็ดสีจากกระบวนการสร้างเม็ดสีมี 3 ชนิด เม็ดสีดำพบมากในคนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำ

1) เม็ดสีดำ (Eumelanin) พบมากในคนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำ

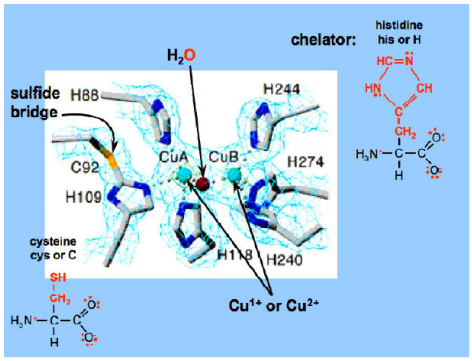
2) เม็ดสีแดงหรือสีเหลือง (Pheomelanin) พบในคนที่ผิวขาว

3) เม็ดสีน้ำตาล (Mixedmelanin, Brown melanin) พบในคนที่ผิวคล้ำปานกลางถึงขาว

ดังนั้นการป้องกันไม่ให้เกิดการสร้างเมลานินได้วิธีหนึ่งก็คือ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

2.5.2 กระบวนการควบคุมเม็ดสีเมลานิน

เอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์ที่ประกอบด้วยโลหะ Cu สองอะตอมโดยแต่ละอะตอมของ Cu จะมีสามตำแหน่งจับกับอะตอม N ของ histidine ในสายโซ่ของ amino acids และอีกสองตำแหน่งจับกับอะตอม O ของน้ำ (H_2O) ตำแหน่ง active site ของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยโลหะ Cu จะใช้ตำแหน่งที่ว่างอยู่อีกหนึ่งตำแหน่งไปจับกับ แอล-โดปา ซึ่งเป็น substrate ของเอนไซม์ชนิดนี้เพื่อย่อยสลายและเกิดเป็นเมลานินในที่สุด ดังนั้นหากมีสารที่สามารถจับกับโลหะ Cu ได้ดีกว่า แอล-โดปา ก็จะทำให้โลหะ Cu ของเอนไซม์ไทโรซิเนสไม่สามารถไปจับกับ แอล-โดปา หรือจับได้ไม่ดีก็จะทำให้ไม่สามารถเกิดการย่อยสลายที่ได้และทำให้เกิดการสร้างเมลานินได้ลดลง (Nawo, 2548)



ภาพที่ 2.11 ตำแหน่ง active site ของเอนไซม์ไทโรซิเนส

ที่มา : Nawo (นามแฝง). (2548). **UV Raiation และผลร้ายต่อผิว (2).** Retrived from http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=nawo&group=2.

จากการศึกษาข้อมูลจากรายงานวิจัย พบว่า สารที่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้จะต้องมีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถจับกับอะตอม Cu ของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดี

สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มของสารประเภทฟีนอลิก ซึ่งมีความสามารถเป็น chelating agent โดยเข้าจับกับทองแดงซึ่งเป็นโคแฟกเตอร์ในโมเลกุลของเอนไซม์ไทโรซิเนสมีผลทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ตามปกติในการทดสอบมีการใช้แอล-โดปาเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์เป็นสารประกอบโดปาควิโนน (Dopaquinone) และถูกเปลี่ยนเป็นโดปาโครม ซึ่งมีสีส้มแดงสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตรเมื่อระบบในการทดสอบมีสารในการยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนสจะส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์สารโดปาโครมในปริมาณน้อยแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติในการยังยั้งการทำงาน

ของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารที่ใช้ในการทดสอบ (Chiari, et al., 2010) ทั้งนี้พบว่ามีทั้งสารที่ปลอดภัยและสารที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.6 สารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เป็นสารอันตราย

2.6.1 ไฮโดรควิโนน (Hydroquinone) คือ สารประกอบอโรมาติกในกลุ่มของสารฟีนอล (phenol) เป็นสารไวท์เทนนิ่งที่ดีที่สุดเห็นผลได้เร็ว กลไกการออกฤทธิ์ที่ทำให้ผิวขาวของสารกลุ่มนี้โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส นอกจากนี้ พบว่า สารไฮโดรควิโนน มีความเป็นพิษโดยมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และก่อมะเร็งในหนู สารไฮโดรควิโนน ถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับใบหน้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ตาม พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2535

คลินิกที่จ่ายยารักษาฝ้าโดยแพทย์ยังสามารถจ่ายให้ผู้ป่วยได้ตามความเหมาะสมตามพินิจของแพทย์เพราอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงจากการใช้ได้ เริ่มจากอาการระคายเคืองต่อผิวเกิดจุดด่างขาวที่หน้า ผิวหน้าดำ เป็นฝ้าถาวร รักษาไม่หาย เกิดเป็นโรคผิวหนัง เกิดตุ่มนูนสีดำ หากใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 6 เดือน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อภายในผิวหนังทำให้เกิดเป็นฝ้าถาวรสีน้ำเงินอมดำได้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ผิวหนังมีการปรับตัวให้สร้างเม็ดสีมากขึ้นรวมทั้งเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งผิวหนังได้

ภาพที่ 2.12 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารไฮโดรคิโนนปริมาณสูง

ที่มา : Biohope Cosmeceutical Formulation. (2019). **อันตรายจากสารไฮโดรคิวโนน.** Retrieved from http://www.biohopethai.com/อันตราย-จากสาร-ไฮโดรคิวโนน.

ความเป็นพิษของ Hydroquinone

- เป็นพิษกับเซลล์เมลาโนไซต์มาก (Melanocyte Cytotoxicity)

- ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ใน Salmonella และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์

- มีโอกาสทำให้เซลล์ที่ผลิตเม็ดสีเสียหายไปอย่างถาวรสาเหตุของการเกิดโรคด่างขาว

- ก่อให้เกิดการระคายเคืองได้หากใช้อย่างไม่ระวัง ทำให้ผิวหน้าแดงและหน้าดำในที่สุด

- ใครที่จะใช้ Hydroquinone ก็ควรทำตามคำแนะนำของแพทย์อย่างเคร่งครัด และควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่จะก่อการระคายเคืองของผิว

- ควรอยู่ในการดูแลของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางผิวหนัง เนื่องจากทำให้ผิวไวต่อแสงได้

ผลข้างเคียงจากการใช้

อาการแสบร้อน ตุ่มแดง และภาวะผิวคล้ำมากขึ้นในบริเวณที่ทา หากใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดเป็นฝ้าถาวร เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งผิวหนัง ผู้ที่ได้รับยานี้เกินขนาด ตัวยาจะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและสามารถกระตุ้นให้ร่างกายมีอาการสั่น เกิดภาวะลมชักหรือกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ยาได้

2.6.2 ปรอท (mercury) เป็นสารปรอทที่ใช้อยู่ในรูปของไดวาเลนซ์แคทไอออน ช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสทำให้มีการสร้างเม็ดสีเมลานินลดลง ผิวจึงขาวขึ้นปรอทมีผลเสียต่อผิวในระยะยาว ได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพจากหลายหน่วยงาน พบว่า จำนวนถึงร้อยละ 20 ของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่มีสารปรอทในปริมาณสูงปนอยู่ในระดับหลายพันถึงหลายหมื่นส่วนในล้านส่วน ปรอทถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสม ใน การผลิตเครื่องสำอาง ลำดับที่ 221 ตามที่ปรากฏในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 80 ลงวันที่ 12 พฤษภาคม 2551

ภาพที่ 2.13 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารปรอทปริมาณสูง

ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้

สารประกอบของปรอททำให้เกิดการแพ้ ผื่นแดง ผิวหน้าดำ เกิดฝ้าถาวร ผิวบางลง และเมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้เกิดพิษสะสมของสารปรอทในผิวหนัง และดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ทำให้ตับและไตอักเสบ เกิดโรคโลหิตจาง ทางเดินปัสสาวะอักเสบ อีกทั้งในสตรีมีครรภ์ปรอทจะดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และไปสู่ทารก ทำให้เด็กมีสมองพิการ ปัญญาอ่อน

2.6.3 สเตียรอยด์ (Steroid) มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างสารเคมีสื่อกลาง (mediators) เช่น โพรสตาแกรนดินและลิวโคไตรอีน (leukotriene) ที่ใช้ในการการสร้างเม็ดสี (melanin) ทำให้ปริมาณเม็ดสีลดลงส่งผลให้ผิวขาวขึ้น สเตียรอยด์เป็นสารที่ห้ามใส่ในเครื่องสำอางซึ่งมักใช้เป็นสูตรผสมกับยาตัวอื่น เช่น ไฮโดรควิโนน หรือ เรตินอยด์ในการรักษา ฝ้า กระ และจุดด่างดำ ช่วยในการเสริมฤทธิ์ และช่วยลดอาการข้างเคียงของไฮโดรควิโนน และ เรตินอยด์ได้ดี

ภาพที่ 2.14 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารสเตียรอยด์ปริมาณสูง

ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้

การใช้ยาทาสเตียรอยด์ในความเข้มข้นสูง ใช้ผิดวิธี และใช้เป็นระยะเวลานานต่อเนื่องอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงทั้งภายนอกและภายในร่างกาย เช่น ผดผื่นขึ้นง่าย ผิวหน้าบาง ทำให้มลภาวะสารพิษจากภายนอกเข้าสู่ผิวหนังชั้นแท้ได้ง่ายขึ้น และเห็นเส้นเลือดแดงตามใบหน้าชัดขึ้นการใช้ยาทาสเตียรอยด์เป็นระยะเวลานาน คือ ผิวมีลักษณะเป็นตุ่มผดผื่น หน้าบางและไวต่อแสง

2.6.4 กรดเรติโนอิก (Retinoic) เรตินอยด์ (Retinoids) มีผลรบกวนกระบวนการของการสร้างเม็ดสี โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คือกระตุ้นการแบ่งเซลล์และเร่งการผลัดเซลล์ของผิวในชั้น

อิพิทีเรียล/ เยื่อบุผิว (Epitherial) จึงช่วยให้สิวเสี้ยนและผิวหนังที่หยาบกร้านหลุดลอกออกง่ายขึ้น ทำให้ผิวผ่องใสและนุ่มเนียน โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับ สารไฮโดรควิโนน จะช่วยให้ สารไฮโดรควิโนนซึมเข้าสู่ผิวหนังและออกฤทธิ์ได้มากกว่าปกติ ความเป็นพิษ คือ ทำให้หน้าแดง และแสบร้อนรุนแรง เกิดการระคายเคือง อักเสบ แพ้แสงแดดหรือแสงไฟได้ง่าย เป็นอันตรายต่อทารก ในครรภ์ กรดเรทิโนอิก ถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ในเครื่องสำอาง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 และเป็นสารห้ามใช้ลำดับที่ 375 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ตามที่ปรากฏใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 80 ลงวันที่ 12 พฤษภาคม 2551

ภาพที่ 2.15 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีเรตินอยด์ในปริมาณสูง

ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้

กรดเรทิโนอิกอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองผิวหนัง ผิวหน้าลอก อักเสบ แพ้แสงแดดง่าย อาจเกิดภาวะผิวด่างขาวหรือผิวคล้ำได้ชั่วคราวและอาจเป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์

2.7 ความรู้ทั่วไปของอาร์บูติน

อาร์บูตินเป็นอนุพันธ์ไกลโคไซด์ของไฮโดรควิโนน ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการเครื่องสำอาง เพราะเป็นสารยับยั้งไทโรซิเนสสารจากธรรมชาติ มณฑิรา อินทพิบูลย์ และวัชรี คุณกิตติ (2551) ซึ่งมีทั้งหมด 2 กลุ่ม

2.7.1 อาร์บูตินที่สกัดได้จากพืช

2.7.1.1 เบต้า อาร์บูติน (Beta-arbutin)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Hydroquinone-beta-D-glucoside

ชื่อสามัญ : Beta-arbutin

ชื่ออื่น ๆ : เบต้า อาร์บูติน

สกัดมาจากผล เปลือก ใบและส่วนต่าง ๆ ของพืชหลายชนิดซึ่งพืชเหล่านี้ส่วนมากพบในเมืองหนาว เช่น Bearberry, Blueberry, Cranberry, Mulberry

2.7.2 อาร์บูตินที่ได้การเคมีสังเคราะห์ในส่วนประกอบมี 2 ชนิด

2.7.2.1 อัลฟ่า อาร์บูติน (Alpha-arbutin)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Hydroquinone O-α-D-Glucopyranoside

ชื่อสามัญ : Alpha-arbutin

ชื่ออื่น ๆ : อัลฟ่า อาร์บูติน

2.7.2.2 ดีออกซี่ อาร์บูติน (Deoxy-arbutin)

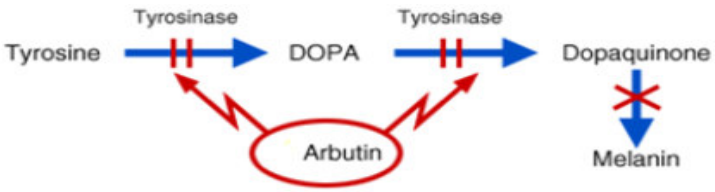
ชื่อวิทยาศาสตร์ : 4-[(Tetrahydro-2H-pyran-2-yl)oxy] phenol

ชื่อสามัญ : Deoxy -arbutin

ชื่ออื่นๆ : ดีออกซี่ – อาร์บูติน

สสารทั้งสองตัวนั้นทำหน้าที่ได้ดีกว่าอาร์บูตินตัวเดิมทั้งคู่ ทั้งในเรื่องการทำให้ผิวขาวสว่างใสขึ้น โดยการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างอาร์บูตินประเภท Alpha และ Deoxy ยังไม่มีผลออกมาแน่ชัดว่าตัวไหนดีกว่ากัน และมีข้อดีข้อเสียต่างกันอย่างไร จากผลสำรวจพบว่าผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของทั้งคู่นั้นให้ผลคล้ายกัน คือ ให้ผลลัพท์ดีกว่า เบต้าอาร์บูติน, Vitamin C, AHA. Kojic และปลอดภัยกว่า Hydroquinone

การทำงานของอาร์บูติน



ภาพที่ 2.16 การทำงานของอาร์บูติน

ที่มา : Byextract. (2019). **Arbutin, Alpha Arbutin, Beta Arbutin**. Retrieved from https://www.buyextracts.com/arbutin-alpha-arbutin-beta-arbutin.

การทำงานของอาร์บูติน ทำหน้าที่ยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซีน และโดปาในกระบวนการออกซิเดชั่น (การสร้างอนุมูลอิสระ) ซึ่งเป็นผลเสียโดยตรงต่อผิวพรรณโดยไม่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) ช่วยฟื้นฟูเมตาบอลิซึมของผิวที่ไหม้แดด มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านแบคทีเรีย ค้นพบว่า ในทางการแพทย์อาร์บูตินจัดเป็นตัวเลือกในการทำให้ผิวขาวกระจ่างใสที่ได้ผลดีและปลอดภัยมากที่สุดในขณะนี้ (Leslie, 2002)

ข้อดี : ช่วยให้ขาวกระจ่างใสได้อย่างมีประสิทธิภาพเห็นผลชัดเจนในระยะเวลาไม่นาน ไม่ส่งผลเสียในเรื่องทำให้ผิวบางผิดกับกรดหรือสารทำให้ผิวขาวกระจ่างใสตัวอื่น ๆ

ข้อเสีย : ถ้าใส่เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางในปริมาณที่เยอะเกินไปอาจเกิดผลกระทบในการใช้ระยะยาวหาได้ยากต้นทุนมีราคาสูงทำให้เครื่องสำอางมีราคาสูงขึ้น

2.8 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอางตามพรบ.เครื่องสำอางของกระทรวงสาธารณสุข

2.8.1 ความหมายของเครื่องสำอาง

พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558 ตามมาตร 4 ได้ให้ความหมายของเครื่องสำอางว่า เครื่องสำอาง หมายความว่าเครื่องสำอางมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานทั้งหมด 3 ข้อ

1. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดกับส่วนภายนอกของร่างกายมนุษย์และให้หมายความรวมถึงการใช้กับฟันและเยื่อบุในช่องปากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ปรากฏหรือระงับกลิ่นกาย หรือปกป้องดูแลส่วนต่าง ๆ นั้น ให้อยู่ในสภาพดีและรวมตลอดทั้งเครื่องประทิ่นต่าง ๆ สำหรับผิวด้วย แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย

2. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางโดยเฉพาะ

3. วัตถุอื่นที่กำหนดโดยกฎกระทรวงให้เป็นเครื่องสำอาง

2.8.2 ประเภทของเครื่องสำอาง

2.8.2.1 ประเภทของเครื่องสำอาง

1. เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ หมายถึงเครื่องสำอางที่มี ชื่อสารควบคุมพิเศษเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชาชน หรือเกิดอันตรายในการใช้เนื่องจากพิษภัยหรืออันตรายของเคมีภัณฑ์ที่เป็นส่วนผสม การกำกับดูแลต้องผ่านการกลั่นกรองในระดับเข้มงวด ผลิตภัณฑ์ที่มีสารควบคุมพิเศษ เช่น ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ น้ำยาย้อมผม ผงฟอกสีผม เป็นต้นผู้ผลิตจำหน่ายเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ ต้องขึ้นทะเบียนตำรับเครื่องสำอางจนได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนแล้ว เมื่อจะเริ่มทำการผลิตเครื่องสำอางเมื่อใด จะต้องแจ้งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาทราบ พร้อมทั้งชำระค่าธรรมเนียมรายปีด้วย

2. เครื่องสำอางควบคุม เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชาชนหรืออาจเกิดอันตรายในการใช้ได้ แต่ระดับความรุนแรงน้อยกว่าเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ ระดับการกำกับดูแลลดลงจากเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเส้นผมที่มีสารควบคุม เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีสารขจัดรังแค ซิงก์ไพริไทโอน ไพรอคโทนโอลามีน และคลิมบาโซลเป็นต้นรวมทั้งผ้าอนามัย ผ้าเย็นหรือกระดาษเย็น แป้งฝุ่นโรยตัว และแป้งน้ำ ผู้ผลิตเพื่อจำหน่ายเครื่องสำอางควบคุมจะต้องมาแจ้งรายละเอียดต่อสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดที่มีแหล่งผลิตตั้งอยู่ ก่อนการผลิตไม่น้อยกว่า 15 วัน และต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปี จึงจะทำการผลิตได้

3. เครื่องสำอางทั่วไป อันได้แก่ เครื่องสำอางที่ไม่มีส่วนผสมของสารควบคุมพิเศษ หรือสารควบคุม จะ มีข้อกำหนดในการผลิตหรือนำเข้าสู่ราชอาณาจักรดังนี้

- เครื่องสำอางที่ผลิตในประเทศ สามารถผลิตได้โดยไม่ต้องมาแจ้งกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เพียงแต่จัดทำฉลากภาษาไทยให้มีข้อความอันจำเป็นครบถ้วน ชัดเจน (ส่วนข้อความอื่น ๆ บนฉลากต้องเป็นความจริง และมีเอกสารหลักฐานพร้อมที่จะพิสูจน์ได้)

- เครื่องสำอางที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ต้องส่งมอบหลักฐานประกอบการนำเข้า และต้องจัดทำฉลากภาษาไทยให้มีข้อความอันจำเป็น ครบถ้วน ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับการตรวจปล่อยให้นำเข้ามาในราชอาณาจักร (ส่วนข้อความอื่น ๆ บนฉลากต้องเป็นความจริง และมีเอกสารหลักฐานพร้อมที่จะพิสูจน์ได้) ตัวอย่างเครื่องสำอางทั่วไป ได้แก่ แชมพูสระผมที่ไม่มีสารขจัดรังแค ครีมนวดผม โลชั่น ครีมบำรุงผิว อายแชโดว์ อายไลเนอร์ ดินสอเขียนคิ้ว บลัชออน แต่งแก้ม ลิปสติก ครีมรองพื้น แป้งทาหน้า สบู่ก้อน สบู่เหลว โฟม น้ำมันทาผิว เครื่องสำอางระงับกลิ่นกายสีทาเล็บ มูส หรือเยลแต่งผม เป็นต้น

2.8.3 ความรู้เกี่ยวกับประกาศกระทรวงสาธารณสุขด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ตามเรื่องกำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ. 2558

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่องกำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ. 2559 ให้เครื่องสำอางที่มีคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้เป็นเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย

2.8.3.1 เครื่องสำอางที่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคดังต่อไปนี้

(1) ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*)

(2) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

(3) แคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*)

(4) คลอสตริเดียม (*Clostridium* spp.) (เฉพาะเครื่องสำอางผสมสมุนไพร)

2.8.3.2 เครื่องสำอางที่ใช้บริเวณรอบดวงตาหรือเครื่องสำอางที่สัมผัสเยื่อบุอ่อนและเครื่องสำอางสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปีที่ตรวจพบจำนวนรวมของแบคทีเรียยีสต์และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total aerobic plate count) มากกว่า 500 โคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

2.8.3.3 เครื่องสำอางอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดใน (2.8.2.2) ที่ตรวจพบจำนวนรวมของแบคทีเรียยีสต์และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total aerobic plate count) มากกว่า 1,000 โคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไป

2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลชั่น

เสาวนีย์ กระสานติสุข และหทัยชนก รุณรงค์ (2549) โลชั่น (Lotion) เป็นอิมัลชั่นที่มีความหนืดต่ำเพราะมีวัฏภาคภายนอกใน ปริมาณที่สูง วัตภาคภายในมักไม่เกิน 35 % เป็นรูปแบบที่พบมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ทาผิว โดยเฉพาะผิวหนังที่มีบริเวณกว้าง เพราะทาแล้วชุ่มชื้นไม่เหนอะหนะ ดูดซึมดี ให้ความรู้สึกสบาย โลชั่นอาจใช้สารเพิ่มความหนืด (thickening agent) ในวัตภาคน้ำให้หนืดขึ้นได้แต่ยังคงเป็นของเหลวที่ไหลได้

อิมัลชั่น (Emulsion) หมายถึง dispersed system ที่ประกอบด้วยของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิด แบ่งเป็นสองวัฏภาค คือ วัตภาคภายในและวัฏภาคภายนอกจะไม่กระจายตัวเข้าหากันหรือไม่ละลายในกันและกัน เช่นน้ำและน้ำมัน น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ น้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์หรือตัวทำลายอินทรีย์ทั้ง 2 วัฏภาค โดยการที่จะนำของเหลวทั้งสองวัฏภาคกระจายตัวเข้าหากันจนเป็นเนื้อเดียวกันโดยอาศัยสารตัวที่สามซึ่งก็คือสารก่ออิมัลชั่น ส่วนประกอบของอิมัลชั่นผลิตภัณฑ์รูปแบบอิมัลชั่นมีส่วนประกอบหลักสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. วัฏภาคน้ำ Water Phase ได้แก่ น้ำและสารต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ละลายได้ในน้ำอาจเป็นสารเพิ่มความหนืด เช่น Acacia, Veegum, Methylcellulose, Carbopol สารฮิวเมกแตนต์ เช่น Glycerin, propylene glycol หรือ glycol ทั้งหลายสารกันเสีย เช่น Methylparaben, Sodium benzoate สารลดแรงตึงผิว เช่น Tween, Sodium lauryl sulfate สีที่ละลายน้ำสารต้านอ๊อกซิเดชั่น เช่น Sodium metabisulfite นอกจากนี้อาจเป็นสารออกฤทธิ์อื่นที่ละลายน้ำได้ เช่น Cetyl pyridinium chloride, Benzalkonium chloride เป็นต้นสารต่าง ๆ เหล่านี้อาจเติมลงในวัฏภาคน้ำได้ทั้งสิ้นแล้วแต่ส่วนประกอบของสูตรในผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

2. วัฏภาคน้ำมัน Oil Phase ได้แก่น้ำมันต่าง ๆ เช่น Olive oil, Mineral oil, Castor oil ไขมัน เช่น Stearyl alcohol, Stearic acid, Cetyl alcohol, Lanolin ไขแข็ง เช่น Bee wax, Paraffin wax, Carnauba wax สีที่ละลายในน้ำมันน้ำหอมต่าง ๆ สารกันหืน เช่น BHT, BHA สารลดแรงตึงผิว เช่น Span, Emulgin C 1000 หรือสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ เช่น ฮอร์โมนวิตามินเป็นต้นแล้วแต่ส่วนประกอบในสูตรของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทเช่นกัน

3. ตัวทำอิมัลชั่น Emulsifier ได้แก่สารลดแรงตึงผิว เช่น Tween, Span, Sodium lauryl sulfate คอลอยด์ที่ชอบน้ำ เช่น Acacia, Gelatin ของแข็งอนุภาคละเอียด เช่น Bentonite, Colloidal magnesium aluminium silicate เป็นต้นตัวทำอิมัลชั่นเป็นตัวสำคัญในการผสมผสานให้วัฏภาคน้ำและน้ำมันเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้

ชนิดของอิมัลชั่นแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด

1. conventional emulsions เป็น emulsion ทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.1 oil in water emulsions (O/W) น้ำมันเป็นวัตภาคใน และมีน้ำเป็นวัตภาคนอก จึงมีความเหนียวเหนอะหนะน้อยทาแล้วกระจายดีล้างออกได้ง่ายเป็นที่นิยมมากในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีม และโลชั่นทาผิว (body cream and body lotion) ครีมทาหน้า (vanishing cream) ครีมกันแดด (sun screen cream)

1.2 water in oil emulsion (W/O) น้ำเป็นวัตภาคใน และมีน้ำมันเป็นวัคภาคนอก พบอิมัลชั่นชนิดนี้บ้างในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีมล้างหน้า ครีมทากลางคืน ครีมนวดหน้า อิมัลชั่นชนิดนี้ล้างน้ำออกยากจึงเป็นที่นิยมใช้น้อย

2. multiple emulsions เป็น emulsion ที่มีการกระจายตัวของของเหลวทั้ง 2 ชนิดซ้อนกันแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 water in oil in water emulsions (W/O/W) คือ ระบบที่มีการกระจายตัวของ W/O ใน water phase

2.2 oil in water in oil emulsions (O/W/O) คือ ระบบที่มีการกระจายตัวของ O/W ในoil phase เช่น cold cream

3. micro emulsions เป็น emulsion ที่มีขนาดของอนุภาคต่ำมาก ๆ เป็น nm ทำให้มีลักษณะโปร่งแสงมองไม่เห็น droplet ของinternal phase มีลักษณะคล้าย True solution

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

สุวรรณา จันคนา (2559) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียของใบมะขวิด โดยนำใบมะขวิดแห้งจากจังหวัดเพชรบูรณ์มาสกัดร้อนด้วยเครื่องสกัดซอกเลต ตัวทำละลายที่ใช้ คือ เฮกเซนไดคลอโรมีเทนเอทิลอะซิเตท และเอทานอล ได้สารสกัดหยาบเฮกเซน สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน สารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตท และ สารสกัดหยาบเอทานอล โดยมีเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบต่อน้ำหนักพืชแห้งคือ 1.579, 1.425, 1.355 และ 9.203% ตามลำดับ นำสารสกัดหยาบทั้งหมดไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ที่ก่อให้เกิดโรคมาลาเรียด้วยวิธี Microculture Radioisotope Technique พบว่า สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน และสารสกัดหยาบ

เอทิลอะซิเตท ออกฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.35 และ 4.11 ตามลำดับทำให้ทราบว่าใบมะขวิดมีฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียส่งผลให้ประชาชนสามารถนำใบมะขวิดมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคมาลาเรียได้

พนาวุฒิ จันทับทอง และลลิดา แชงค์ (2558) ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยใช้สารสกัดจากรากและเมล็ดของพืช เอนไซม์ไทโรซิเนสที่ใช้ทดสอบได้จากการสกัดเห็ดแชมปิยอญ โดยการตกตะกอนเอนไซม์ด้วย อะซิโตน ตามด้วยการตกตะกอนด้วย เกลือแอมโมเนียมซัลเฟต จากนั้นนำไทโรซิเนสที่ได้มาศึกษาการยับยั้งกับสารสกัดพืช 7 ชนิด ได้แก่ กระชาย รากบัวหลวง หัวบุก หัวบอน เมล็ดส้ม เมล็ดเสาวรส และเมล็ดมะละกอ การศึกษาการยับยั้งแอคติวิตีของไทโรซิเนสของสารสกัดโดยใช้ แอล-โดปา เป็นสับสเตรท และวัดแอคติวิตีของไทโรซิเนส จากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร จะพิจารณาประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งไทโรซิเนสได้จากค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์ได้ร้อยละ 50 หรือค่า IC_{50} สารสกัดจากเมล็ดเสาวรสมีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้มากที่สุด ตามด้วยสารสกัดจากเมล็ดมะละกอโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 18.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

ขวัญจิต อิสระสุข (2558) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากใบลองกองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล และโพรพิลีนไกลคอล โดยวิธีการหมักทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดใบลองกองด้วยโพรพิลีนไกลคอลมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารสกัดด้วยเมทานอล โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.76±0.03 mg/mL โดยศึกษาเปรียบเทียบกับวิตามินซี และสารบิวทิลไฮดรอกซิลโทลูอีน (บีเอชที) ซึ่งใช้เป็นสารควบคุมเชิงบวก และวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดใบลองกอง พบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมสูงกว่าในตัวทำละลายเมทานอล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 853.13±0.60 mg GAE/g สารสกัด และ 204.54±26.11 mg QE/g สารสกัด ตามลำดับ ทดสอบด้วยวิธี Folin-Ciocaltue assay และ Aluminium chloride method ตามลำดับ การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดใบลองกอง ด้วยวิธี Dopachrome โดยใช้สารไทโรซีนเป็นสารตั้งต้น ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดใบลองกองที่สกัดด้วยโพรพิลีนไกลคอลมีการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่สูงกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยเมทานอล โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.014±0.00017 mg/ml เปรียบเทียบกับกรดโคจิกซึ่งใช้เป็นสารควบคุมเชิงบวก ข้อมูลจากผลการวิจัยทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าใบลองกองที่สกัดด้วยตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับผิวกระจ่างใสได้

จันทิมา นามโชติ และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยโดยนำกิ่งมะขวิดสกัดด้วยเอทานอล พบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดมีปริมาณฟีนอลิก และแทนนินทั้งหมดเท่ากับ 42.08 และ 52.22 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 12.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ BHT และ BHA มีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.96 และ 9.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งทราบว่าสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยยับยั้ง DPPH radical ได้เนื่องจากผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดกิ่งมะขวิดพบว่ามีปริมาณฟีนอลิกซึ่งจากการศึกษาวิจัย พบว่าสารประกอบฟีนอลิกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

มนสิชา ขวัญเอกพันธุ์ และคนอื่น ๆ (2556) ได้ศึกษาวิธีการสกัดสารจากส่วนเถาชะเอมไทย ทดสอบความคงตัวศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และปริมาณสารประกอบฟีโนลิคโดยรวมของสารสกัด พบว่าสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลาย เมทานอล 80% และเอทานอล 80% และกลุ่มของสารสกัดด้วยตัวทำละลาย ไดเอทิลอีเทอร์, เอทธิล อะซีเตท และ เมทานอล มีร้อยละของสิ่งสกัดคือ 3.23, 6.12, 0.49, 0.16 และ 4.77 ตามลำดับ มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (IC_{50}) คือ 11.77 ± 1.18, 11.77 ± 1.19, 6.76 ± 0.32, 6.79 ± 1.52 และ 5.82 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ และ มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิค โดยรวมเท่ากับ10.54 ± 0.34, 10.18 ± 0.18, 2.95 ± 0.10, 22.71 ± 1.70 และ 21.34 ± 0.24 มิลลิกรัมแกลลิคแอซิดต่อน้ำหนักแห้งตามลำดับ จากนั้นศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิ และเวลาที่ส่งผลต่อความคงตัวขององค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดส่วนเถาชะเอมไทย พบว่า สภาวะที่อุณหภูมิต่ำ (4±3 องศาเซลเซียส) มีความคงตัวขององค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดส่วนเถาชะเอมไทยดีกว่าสภาวะอุณหภูมิสูง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) นอกจากนั้นความคงตัวขององค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดส่วนเถาชะเอมไทยจะลดลงเมื่อเก็บในระยะเวลาที่นานขึ้น

จักรพันธ์ สาแก้ว และคนอื่น ๆ (2556) ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ ไทโรซิเนส รวมทั้งหาปริมาณสาระสำคัญคือ อาร์บูติน ในพญายา โดยนำกิ่งเล็ก กิ่งใหญ่ และลำต้น ของพญายา มาสกัดด้วย ไดคลิโรมีเธน เอาทานอล และน้ำ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH scarvenging assay และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopachrom รวมทั้งหาปริมาณอาร์บูติน โดยวิธี TLC-desitometry ผลการศึกษา พบว่าสารสกัดด้วยเอทานอล จากลำต้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดีที่สุดมีค่า EC_{50} ในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 8.09±0.82 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ไม่แตกต่างกันกับ Ascorbic acid และมีค่า IC_{50} ในการต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสเท่ากับ 5.53±0.40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันกับ Kojic acid นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากลำต้นให้ปริมาณอาร์บูติน สูงที่สุดเท่ากับ 48.80±4.20

มิลลิกรัม อาร์บูตินต่อกรัมของสารสกัด สรุปผล สารสกัดพญายาด้วยเอทานอลจากลำต้นมีศักยภาพสูงที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้บำรุงให้ผิวขาวเชิงอุตสาหกรรม

ณัฐยา เหล่าฤทธิ์ และคนอื่น ๆ (2555) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากลำต้นทานาคาของเมียนมา พบว่าปริมาณความชื้นและการสูญเสียจากการอบแห้งเท่ากับ 6.125%± 0.653 และ 7.564%±1.146 ตามลำดับ ปริมาณเถ้าทั้งหมดและกรดที่ไม่ละลายน้ำเท่ากับ 1.198%±0.515 และ 0.035%± 0.077 ตามลำดับ ค่าการสกัด 95% เอาทานอล, เอตทิลอะซิเตต และน้ำ เท่ากับ 0.165%±0.058, 0.036% ± 0.008 และ 0.533%±0.117 ตามลำดับ HPLC chromatograms มีปริมาณอาร์บูตินอยู่ที่ 0.750%±0.414 ของน้ำหนักสารสกัดหยาบ

ศกุลนา วังทอง และคนอื่น ๆ (2553) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดหยาบเปลือกลำต้นทานาคา *Hesperethusa crenulata* ด้วยเทคนิค dopachrome ด้วยวิธีการสกัดจากตัวทำละลาย 6 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบเปลือกลำต้นทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส IC_{50} เท่ากับ เฮกเซน (0.623±0.01), ไดคลอโรมีเทน (0.546±0.12), เอทธิล อะซีเตท (0.697±0.012), เมทานอล 85% (1.420±0.015), เอทานอล (0.860±0.006), น้ำ (1.089±0.01) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบสารละลายมาตรฐาน kojic acid IC_{50} เท่ากับ 0.009±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สุพนิดา วินิจฉัย และคนอื่น ๆ (2553) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของสารสกัดเอทิลอะซีเตดจากผลมะขามป้อม ทั้ง 4 แหล่งในประเทศไทยได้แก่จังหวัดกาญจนบุรี บุรีรัมย์ ประจวบคีรีขันธ์ และมหาสารคาม พบว่า สารสกัดหยาบด้วยเอทิลอะซีเตดของผลมะขามป้อมเป็นของเหลวกึ่งแข็งเหนียว มีกลิ่นเฉพาะตัวของผลมะขามป้อมและมีสีเขียวเข้มจนถึงสีน้ำตาลเข้มขึ้นกับแหล่งที่ปลูก โดยมีร้อยละของสารสกัดมะขามป้อมที่ได้จากประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี มหาสารคาม และบรีรัมย์ ได้แก่ 2.32, 1.87, 1.28 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 597±18.8, 345±13.1, 494±19.5และ 496±5.51 มิลลิกรัมแกลลิคแอซิดต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ หลังจากนั้นตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดจากผลมะขามป้อมด้วยเอทิลอะซีเตด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (SC_{50}) เท่ากับ 0.025±0.002, 0.037±0.002, 0.030±0.001 และ 0.032±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (IC_{50}) เท่ากับ 0.403±0.055, 0.293±0.051, 0.710±0.026 และ 0.151±0.072 มิลลิกรัมมต่อมิลลลิตร ตามลำดับ

มณฑิรา อินทพิบูลย์ และวัชรี คุณกิตติ (2551) อาร์บูติน เป็นสารที่มีมีการศึกษาวิจัยถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ ไทโรซิเนส และทำให้ผิวขาวขึ้นการวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของโลชั่นอาร์บูติน ที่เตรียมขึ้นต่อสภาพผิว ศึกษาค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมของอาร์บูติน และ

สารช่วยคือสารสกัดว่านหางจระเข้ 1 % และ สารสกัดชะเอมเทศ 0.1% ในการตั้งตำรับ นำไปวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ใน pH 2-8 โดย pH 6 คือ pH ที่เลือกใช้จากนั้นทำการศึกษาผลของโลชั่นอาร์บูติน ต่อสภาพผิวของอาสาสมัครเพศหญิงสุขภาพดีอายุระหว่าง 30-55 ปีจำนวน 9 ราย ที่ต้นแขนด้านนอกของอาสาสมัครด้วยเครื่อง Multi dermascope MDS 800 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโลชั่นต่อผิวในด้านความยืดหยุ่นและ ความชุ่มชื้น พบว่า ความยืดหยุ่น และความชุ่มชื้นของผิวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญสำหรับค่าสีผิวพบว่าทั้งโลชั่นอาร์บูติน และโลชั่นหลอกทำให้ผิวขาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบอาสาสมัคร 66.7% (6 คนใน 9 คน) มีผิวที่ขาวขึ้น โดยที่ไม่มีอาสาสมัครคนใดมีสีผิวที่คล้ำลงเลย ขณะที่แขนด้านที่ใช้โลชั่นหลอกมีผู้ที่ผิวขาวขึ้น 44.4% (4 คนใน 9 คน) มีผู้ที่ผิวคล้ำลงถึง 22.2% (2 คนใน 9 คน)

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ซีเวอลิน และไคลน์ (Seiverlin & Klein. 2015) ได้ดำเนินการทดสอบ แบบกึ่งสอบถามประชากรชาวเมียนมาที่ใช้ทานาคาบำรุงผิวทั้งหมด 25 คำถาม กับผู้หญิงและชาย อายุระหว่าง 12 - 55 ปี ทั้งหมด 3 พื้นที่ของประเทศ ประชาการนำทานาคาไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด 9 ประโยชน์ดังนี้ ป้องกันแสงแดด รักษาและป้องกันสิว ให้ผิวกระจ่างใสขึ้น ให้ความเย็นกับผิว ตกแต่งผิว ลดริ้วรอย บรรเทาอาการเจ็บครรภ์ ลดแผลเป็น และให้กลิ่นหอม ซึ่งพบว่าถูกนำไปใช้เพื่อป้องกันแสงแดดสูงสุด

ฟูนายามา (Funayama et al. 2014) ได้ทำการศึกษา ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส จากเห็ด และของ เบต้า-อาร์บูตินที่สกัดมาจากพืชพบว่าสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.4 nM

มูน และคนอื่น ๆ (Moon et al. 2010) ได้ศึกษาหาส่วนผสมเครื่องสำอางที่ใช้งานใหม่จากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติคัดเลือก 299 ชิ้นส่วนของพืช 263 ชนิด ที่เก็บได้จากเกาะเชจูเกาะใต้สุดของคาบสมุทรเกาหลีตรวจสอบว่ามีฤทธิ์ยับยั้ง อีลาสเตส และไทโรซิเนส เพื่อวัตถุประสงค์ในการระบุส่วนผสมต่อต้านริ้วรอยและผิวขาวที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นวัตถุดิบในเครื่องสำอางในการทดสอบการยับยั้ง อีลาสเตส สารสกัด 3 ชนิดให้ค่าการยับยั้ง IC_{50} *Aesculus turbinata*, *Taxillus yadoriki* และ *Cornus walteri* เท่ากับ 43.1, 36.4 และ 26.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ทดสอบฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัด 4 ชนิด *Cornus walteri* (139.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร), *Maackia fauriei* (149.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร), *Toxicodendron succedaneum* (142.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร), and *Sophora flavescens* (41.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน Distylium racemosum (145.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ อาร์บูติน (180.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายแห่งอาจเป็นตัวยับยั้งที่มีคุณสมบัติของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มเม็ดสีและริ้วรอย

ลิม และคนอื่น ๆ (Lim et al. 2009) ได้ศึกษาผลของอาร์บูติน 1) ฤทธิ์ลดปริมาณเม็ดสีผิวของหนูตะเภาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยวิธี MTT assay โดยใช้เซลล์ผิวหนังหนูตะเภาเป็นตัวควบคุม เทียบกับใช้ 10 nM α-MSH เป็นตัวทำร้ายเซลล์ผิว ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นรักษาด้วย 10-1000 μM อาร์บูติน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปวัดค่าด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 570 นาโนเมตร พบว่า 10 nM α-MSH ทำให้เกิด % melanin content เพิ่มขึ้นจากตัวควบคุม 23% และผลของการรักษาด้วยอาร์บูตินทำให้เม็ดสีผิวลดลง 1000 μM (66%), 500 μM (59%), 250 μM (51%), 100 μM (46%), 10 μM (32%) 2) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยอาร์บูติน พบว่า อาร์บูตินมีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสได้ 40% (1000 μM) สรุปได้ว่าอาร์บูตินเป็นสารที่ทำให้ผิวขาว เพราะทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นตัวหลักที่ทำให้เกิดการสร้างเม็ดสีผิว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

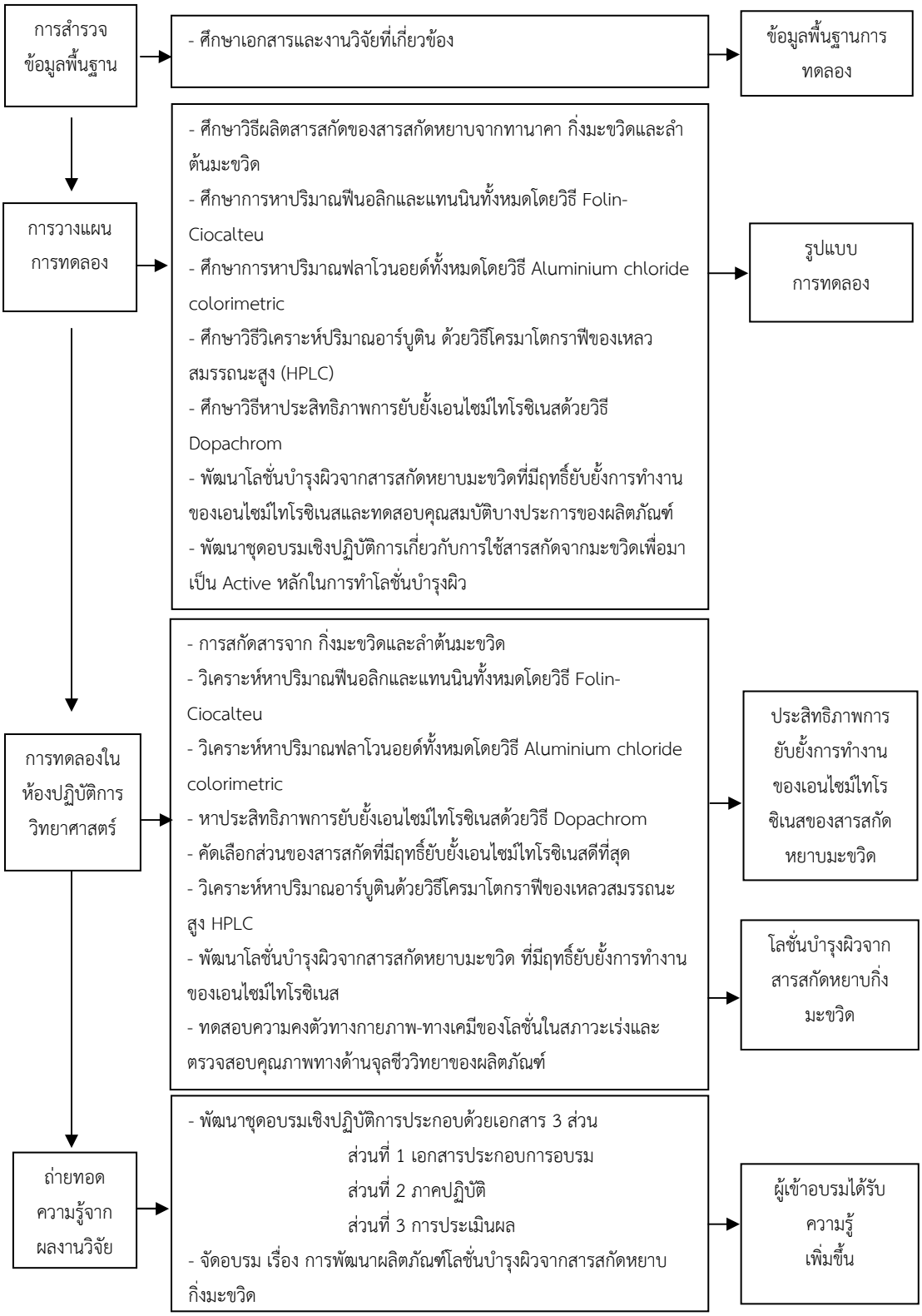
3.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

3.2 การวางแผนการทดลอง

3.3 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.4 การถ่ายทอดความรู้จากการวิจัย

ในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมย่อย ซึ่งแสดงเป็นแผนภูมิดังภาพที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ทำการสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวกับงานวิจัย เช่น เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้อมูลทั่วไปของทานาคา มะขวิด สารออกฤทธิ์ สารสำคัญ ศึกษาวิธีหาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส การหาปริมาณอาร์บูติน

3.2 การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบ การนำมาสกัดสารสำคัญ หาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส วิเคราะห์ปริมาณอาร์บูติน พัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดทดสอบคุณสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์ พัฒนาชุดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากมะขวิดเพื่อมาเป็น สารออกฤทธิ์หลักในการพัฒนาโลชั่น

3.3 การทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1.1 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator)

3.3.1.2 เครื่องระเหยแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dryer)

3.3.1.3 เครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)/ Varian prostar 410

3.3.1.4 คอลัมน์/ Inertsil ODS-3 5 uM 4.6 x 250 mm

3.3.1.5 เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer)

3.3.1.6 เครื่องอ่านไมโครเพลท (Microplate Reader)

3.3.1.7 กระดาษกรองเบอร์ 1

3.3.1.8 ชุดเครื่องแก้วพื้นฐาน

3.3.1.9 จานเพาะเชื้อ (Plate)

3.3.1.10 หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)

3.3.1.11 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.3.1.12 เครื่องฮอตเพท (Hot plate)

3.3.1.13 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow)

3.3.1.14 ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (Refrigerator 4°C)

3.3.1.15 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analysis Balance)

3.3.1.16 ตู้แช่สารอุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C (Deep Freezer)

3.3.1.17 ไมโครปิเปต (Micropipet)

3.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.3.2.1 สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด

3.3.2.2 สารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิด

3.3.2.3 สารสกัดหยาบจากทานาคา

3.3.3 สารเคมี

3.3.3.1 เมททานอล (Methanol)/ HPLC grade

3.3.3.2 แกลลิกเอซิด (Gallic Acid)/ Analysis grade

3.3.3.3 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Carbonate)/ Analysis grade

3.3.3.4 แทนนิก เอซิด (Tannic Acid)/ Analysis grade

3.3.3.5 โฟลิน (Folin)/ Analysis grade

3.3.3.6 รูติน (Rutin)/ Analysis grade

3.3.3.7 โซเดียมไนไตรต์ (Sodium Nitrite)/ Analysis grade

3.3.3.8 อะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium Chloride)/ Analysis grade

3.3.3.9 โซเดียมไฮดรอกไซต์ (Sodium Hydroxide)/ Analysis grade

3.3.3.10 สารมาตรฐาน อาร์บูติน (Standard Arbutin)/ Analysis grade

3.3.3.11 กรดโคจิก (Kojic Acid)/ Analysis grade

3.3.3.12 เอนไซม์ ไทโรซิเนส (Tyrosinase Enzyme)/ Analysis grade

3.3.3.13 แอล-โดปา (L-DOPA)/ Analysis grade

3.3.3.14 ฟอสเฟต บัฟเฟอร์ (Phosphate Buffer) 10 มิลลิลิตรที่มี polysorbate

3.3.3.15 Plate count agar (PCA) Lab Grade

3.3.3.16 Sabourand Dextrose Agar (SDA)/ Lab Grade

3.3.3.17 เอทานอล 99.9% (Absolute Ethanol) /Lab Grade

3.3.3.18 อะซิโตไนไตรล์ (Acetonitrile)/ HPLC grade

3.3.3.19 3% กรดอะซิติก (3% Acetricacid)/ HPLC grade

3.3.3.20 น้ำกลั่น (Distilled water)/ HPLC grade

3.3.3.21 คาร์โบเมอร์ (Carbomer)/ Cosmetic grade

3.3.3.22 อีดีทีเอ (EDTA)/ Cosmetic grade

3.3.3.23 เล็กซามอล (Lexemul)/ Cosmetic grade

3.3.3.24 ซิทิล แอลกอฮอล์ (Cetyl Alcohol)/ Cosmetic grade

3.3.3.25 สเตียริล แอลกอฮอล์ (Stearyl Alcohol)/ Cosmetic grade

3.3.3.26 ไวท์ ออยล์ (White oil)/ Cosmetic grade

3.3.3.27 น้ำมันโจโจ้บา (Jojoba Oil)/ Cosmetic grade

3.3.3.28 ไอพีเอ็ม (IPM)/ Cosmetic grade

3.3.3.29 ทวีน 80 (Tween 80)/ Cosmetic grade

3.3.3.30 ด่าง (Triethanolamin)/ Cosmetic grade

3.3.3.31 ไกแด็น (Glydant L Plus)/ Cosmetic grade

3.3.3.32 กลีเซอรีน (Glycerin)/ Cosmetic grade

3.3.3.33 จีเอ็มเอส (GMS)/ Cosmetic grade

3.3.3.34 ซิโทรสเตียริล แอลกอฮอล์ (Cetrostearyl alcohol)/ Cosmetic grade

3.3.3.35 ซิลิโคน (Silicone)/ Cosmetic grade

3.3.3.36 ไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol)/ Cosmetic grade

3.3.3.37 ไกแดนท์ แอล พลัส (Glydant L Plus)/ Cosmetic grade

3.3.3.38 น้ำสะอาด (Water)/ Food grade

3.3.4 วิธีการทดลอง

3.3.4.1 การสกัดสารสกัดจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคา

1. ใช้กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด กิ่งทานาคา สับชิ้นเล็ก ๆ ผึ่งแดดให้แห้ง

2. ชั่งน้ำหนักมา 600 กรัม ห่อด้วยผ้าขาวบาง

3. นำไปแช่ด้วยตัวทำละลาย เอทานอล 95% ปริมาณ 6,000 มิลลิลิตร ในโหล ปิดด้วยฟอยล์ให้สนิท แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน

4. เมื่อครบกำหนดนำมากรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศบนกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1

5. นำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ และนำไปสารสกัดที่ได้ไปทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบเยือกแข็ง จะได้สารสกัดหยาบจากมะขวิดจึงนำไปชั่งและหาร้อยละผลผลิต (% yield) จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบ} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดหยาบ} \times 100}{\text{น้ำหนักกิ่งหรือลำต้นแห้ง}}$$

3.3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณและชนิดกลุ่มสารสกัดที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบ กิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด

1. การหาปริมาณฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric ดัดแปลงจากวิธีของ Folin & Ciocalteu (1927)

1.1 ชั่งสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิดอย่างละ 20 มิลลิกรัม ละลายด้วยเอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร

1.2 ชั่งสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก 20 มิลลิกรัมละลายด้วย เอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรจากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอล 20 % ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนั้น 1.0, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

1.3 เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 20% (20% Na_2CO_3)

1.4 ปิเปตน้ำกลั่น 8,400 ไมโครลิตรใส่ในหลอดทดลอง

1.5 ปิเปตสารตัวอย่าง 100 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากัน

1.6 เติมสารละลาย Folin-ciocalteu Reagent 500 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากัน 1 นาที

1.7 เติม 20% Na_2CO_3 1,000 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากันจากนั้นนำไปตั้งที่อุณหภูมิห้องมืดเป็นเวลา 60 นาที

1.8 วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรทั้งหมด 3 ซ้ำ

1.9 คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

2. การหาปริมาณฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimatric ดัดแปลงจากวิธีของ Folin & Ciocalteu (1927)

2.1 ชั่งสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิดอย่างละ 20 มิลลิกรัมละลายด้วย เอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร.

2.2 ชั่งสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก 20 มิลลิกรัม นำไปละลายด้วยเอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอล 20% ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนั้น 1.0, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

2.3 เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 20 % (20% Na_2CO_3)

2.4 ปิเปตน้ำกลั่น 8,400 ไมโครลิตรใส่ในหลอดทดลอง

2.5 ปิเปตสารตัวอย่าง 100 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากัน

2.6 เติมสารละลาย Folin-ciocalteu Reagent 500 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากัน 1 นาที

2.7 เติม 20% Na_2CO_3 1,000 ไมโครลิตรเขย่าให้เข้ากันจากนั้นนำไปตั้งที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 60 นาที

2.8 นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรทำทั้งหมด 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณสารประกอบแทนนินทั้งหมดในสารสกัดเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลายแทนนิน

3. การหาปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยวิธี Aluminium chloride colorimetric assay ดัดแปลงจากวิธีของ Ordonez et al. (2006)

3.1 ชั่งสารสกัดหยาบกิ่งและลำต้นมะขวิดอย่างละ 20 มิลลิกรัมละลายด้วยเอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร

3.2 ชั่งสารละลายมาตรฐานรูทิน 20 มิลลิกรัมละลายด้วยเอทานอล 99.9% ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรจากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอล 80% ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนั้น 1.0, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร.

3.3 เตรียมสารละลายโซเดียมไนไตรต์ 5% (5% $NaNO_2$)

3.4 เตรียมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ 10% (10% $AlCl_3$)

3.5 เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซต์ 1 M (1M NaOH)

3.6 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรเติมน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตรเติม 5% $NaNO_2$ 0.3 มิลลิลิตรจับเวลา 5 นาทีเติม 10% $AlCl_3$ 0.3 มิลลิลิตรเมื่อครบนาทีที่ 6 เติม 1M $NaOH_2$ มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน

3.7 นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลายรูทิน

3.3.4.3 การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดลำต้นมะขวิดและกิ่งทานาคาโดยวิธี Dopachrom ดัดแปลงจากวิธีของ Masuda et al., (2005)

1. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.1 ชั่งสารสกัดหยาบจากมะขวิด และทานาคา ละลายด้วย 99.99% เอทานอล 10 มิลลิลิตร เขย่า 30 นาที เพื่อช่วยการละลาย

1.2 นำมาเจือจางด้วย 20% เอทานอล ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ (1,000, 500, 250 และ 62.5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

2.1 ชั่งสารมาตรฐาน กรดโคจิก 0.010 กรัม นำไปละลายด้วย 99.99% เอทานอล 10 มิลลิลิตร เขย่า 30 นาที เพื่อช่วยการละลาย

2.2 นำมาเจือจางด้วย 20% เอทานอล ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ (1,000, 500, 250 และ 62.5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

3. การเตรียมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8) ชั่ง $Na_2HPO_42H_2O$ 0.44 กรัม และชั่ง $NaH_2PO_4.2H_2O$ 0.39 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร

4. การเตรียมสารละลายเอนไซม์ไทซิเนส ชั่งเอนไซม์ไทโรซิเนส 0.2 มิลลิกรัม ละลายด้วยโซเดียมฟอสเฟสบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8) 5 มิลลิลิตร

5. การเตรียมสารละลายแอล-โดปา ชั่ง แอล-โดปา 0.32 มิลลิกรัม ละลายด้วยโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8) 5 มิลลิลิตร

6. การทดสอบฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส นำสารละลายตัวอย่างความเข้มขันต่าง ๆ มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิกเติมสารละลาย A, B, C และ D แยกกันลงในจานหลุม (ทำ 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 3.1 การเติมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรเนส

	สารละลาย	**ปริมาตร**
A (control) :	- สารละลายเอนไซม์	50 ไมโครลิตร
	- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8)	150 ไมโครลิตร
	- 20% เอทานอล	50 ไมโครลิตร
B (blank of A) :	- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์(pH 6.8)	150 ไมโครลิตร
	- 20% เอทานอล	50 ไมโครลิตร
C (test sample):	- สารลายเอนไซม์ไทโรซิเนส	50 ไมโครลิตร
	- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8)	150 ไมโครลิตร
	- สารละลายตัวอย่าง / สารละลายมาตรฐานใน 20% เอทานอล	50 ไมโครลิตร
D (blank of C) :	- โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.02 โมลาร์ (pH 6.8)	150 ไมโครลิตร
	- สารละลายตัวอย่างใน 20% เอทานอล	50 ไมโครลิตร

หลังจากเติมที่ต้องการทดสอบลงในหลุมที่กำหนด เขย่าให้สารละลายผสมกันดี แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียล) 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย แอล-โดปา 50 ไมโครลิตร ทุกหลุมเขย่าให้เข้ากัน วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงในจานหลุม จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง 2 นาที แล้ววัดค่ากลืนแสงอีกครั้งที่ความยาวคลื่นเดิม นำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยโปรแกรม Excel

3.3.4.4 การหาปริมาณอาร์บูตินของสารสกัดหยาบจากมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีที่สุด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยส่งวิเคราะห์ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยดัดแปลงจากวิธีของ Lourith et al. (2012) ด้วยวิธีการดังนี้

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานอาร์บูตินความเข้มข้น 10,000 ppm

ชั่งสารมาตรฐานอาร์บูติน 0.1 กรัม ละลายด้วยเมทานอลปรับปริมาตร 10 มิลลิตร กรองสารละลายใส่ในขวดไวแอล (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ด้วยไซริงค์กรองสาร (Nylon Syringe Filter) ขนาด 25 mm*0.45 um นำสารละลายไปไล่อากาศออกจากขวดด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูง (Sonicator) เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ชั่งสารสกัดหยาบตัวอย่าง 0.1 กรัม นำไปละลายด้วยด้วยเมทานอลปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร กรองสารละลายใส่ในขวดไวแอล (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ด้วยไซริงค์กรองสาร (Nylon Syringe Filter) ขนาด 25 mm*0.45 um นำสารละลายไปไล่อากาศออกจากขวดด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูง (Sonicator) เป็นเวลา 15 นาที

3. การเตรียมสารเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase)

3.1 อะซิโตไนไตรล์ (Acetonitrile)

3.2 3% กรดอะซิติก (3% Acetric acid)

นำสารละลายเฟสเคลื่อนที่ไปไล่อากาศออกจากขวดด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูง เป็นเวลา 15 นาที

4. สภาวะการทดสอบ

คอลัมน์ :	Inertsil ODS-3 5 um 4.6 x 250 mm
เฟสเคลื่อนที่ :	อะซิโตไนไตรล์ : 3% กรดอะซิติก
	5 : 95
อุณหภูมิ :	อุณหภูมิห้อง
อัตราการไหล :	1 มิลลิลิตร/ วินาที
ความยามคลื่น :	280 นาโนมิเตอร์
เวลา :	10 นาที

ปริมาณที่ฉีด (Inject volume) : 5 ไมโครลิตร

3.3.4.5 การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิด

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและวิธีผสม

คัดเลือกส่วนของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีที่สุดมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิวทั้งหมด 2 สูตร เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีความคงตัวดีที่สุด โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญในการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวมะขวิด แสดงดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 1

พาส	ส่วนประกอบ	หน้าที่
วัฏภาคน้ำมัน	1. น้ำ (Water)	สารเจือจาง
	2. ไดโซเดียม อีดีทีเอ (Disodium EDTA)	ลดประจุ
วัฏภาคน้ำ	3. จีเอ็มเอส (GMS)	เพิ่มความคงตัว
	4. ซิโทรสเตียริล แอลกอฮอล์ (Cetrostearyl alcohol)	เพิ่มความเสถียรของอิมัลชั่น
	5. สเตียริล แอลกอฮอล์ (Stearyl alcohol)	ให้เนื้อ
	6. ซิลิโคน (Silicone)	ให้ความลื่น
	7. มิเนอรอล ออยล์ (Mineral oil)	เป็นชั้นของฟิล์มที่เคลือบผิวหนังช่วยเก็บรักษาความชื้นน้ำไว้กับผิวหนัง
	8. โจโจ้บาร์ ออยล์ (Jojoba oil)	ให้ความชุ่มชื้น
	9. ไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol)	ตัวทำละลาย
	10. เล็กซ์มอล (Lexemul)	อิมัลซิไฟเออร์ชนิดไม่มีประจุเพิ่มความข้น
สารกันเสีย	11. ยูนิเจิร์ม (Unigerm)	กันเสีย
สารออกฤทธิ์	12. สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส
	13. กลีเซอรีน (Glycerin)	ให้ความชุ่มชื้นและกักเก็บความชุ่มชื้น
น้ำหอม	14. น้ำหอม (Fragrance)	ให้กลิ่น

ขั้นตอนการผสมโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 1

1) ชั่งสารแยกตามลำดับ

2) แยกวัฏภาคน้ำ สารลำดับที่ 1, 2 นำไปให้ความร้อนที่ 80-85 องศาเซลเซียสจนละลายหมด

3) แยกวัฏภาคน้ำมัน สารลำดับที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 นำไปให้ความร้อน 80-85 องศาเซลเซียสจนละลายหมด

4) เติมค่อย ๆ ข้อที่ 2 ลงในข้อที่ 3 จนเกิดเนื้ออิมัลชั่นสีขาวน้ำนม

5) ลดความร้อนลงที่ 40 องศาเซลเซียส เติมสารข้อ 11 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

6) แยกสารลำดับที่ 12, 13 ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน

7) สุดท้าย เติมข้อ 6 ลงใน ข้อ 5 จากนั้นเติม สารลำดับที่ 14 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 2

พาส	ชื่อสาร	หน้าที่
วัฏภาคน้ำ	1. น้ำสะอาด (Water)	ตัวทำละลาย
	2. อีดีทีเอ (EDTA)	ตัวสร้างเนื้อในตัวทำละลายน้ำ
	3. คาร์โบเมอร์ (Carbomer)	สารจับประจุในน้ำ
วัฏภาคน้ำมัน	4. เล็กซามอล (Lexemul)	สร้างเนื้อ + ตัวช่วยประสาน
	5. ซิทิล แอลกอฮอล์ (Cetyl Alcohol)	สร้างเนื้อ + เคลือบผิว
	6. สเตียริล แอลกอฮอล์ (Stearyl Alcohol)	สร้างเนื้อ + เคลือบผิว
	7. ไวท์ ออยล์ (White oil)	ป้องกันผิวหนังแห้ง ตกสะเก็ด
	8. น้ำมันโจโจ้บา (Jojoba Oil)	ให้ความชุ่มชื้น
	9. ไอพีเอ็ม (IPM)	ช่วยละลายส่วนผสมให้ผสมกันได้ดีขึ้น
	10. ทวีน 80 (Tween 80)	ตัวประสานน้ำกับน้ำมัน
ปรับ pH	11. ด่าง (Triethanolamin)	ปรับค่าความเป็นด่าง
กันเสีย	12. ไกแด็น (Glydant L Plus)	วัตถุกันเสีย
สารออกฤทธิ์	13. สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส
	14. กลีเซอรีน (Glycerin)	กักเก็บความชุ่มชื้น
น้ำหอม	15. น้ำหอม (Fragrance)	ให้กลิ่นหอม

ขั้นตอนการผสมโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดสูตรที่ 2

1) ชั่งสารแยกตามลำดับ

2) แยกวัฏภาคน้ำ สารลำดับที่ 1, 2, 3 จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่ 80-85 องศา-เซลเซียสจากนั้นค่อย ๆ สารลำดับที่ 3 ทีละน้อยจนละลายหมด

3) แยกวัฏภาคน้ำมัน สารลำดับที่ 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 นำไปให้ความร้อน 80-85 องศาเซลเซียสจนละลายหมด

4) เติมค่อย ๆ ข้อที่ 2 ลงในข้อที่ 3 จนเกิดเนื้ออิมัลชั่นสีขาวน้ำนม

5) ค่อย ๆ เติม สารลำดับที่ 11 จากนั้นนำไป ให้ความเย็นด้วยน้ำเย็นจนเกิดเนื้ออิมัลชั่นสีขาวน้ำนมจะหนืดข้นขึ้นเป็นเนื้อโลชั่น

6) ลดความร้อนลงที่ 40 องศาเซลเซียส เติมสารข้อ 12 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

7) แยกสารลำดับที่ 13, 14 ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน

8) เติมข้อ 7 ลงใน ข้อ 6 จากนั้นเติมสารลำดับที่ 15 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2. การทดสอบความคงสภาพแบบเร่งด้วยวิธี Heating cooling cycle ดัดแปลงจากวิธีของ กฤษฎา กิตติโกวิทธนา (2558)

นำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิด เก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจากนั้นนำมาเข้าตู้อบที่ 45 องศาเซลเซียสอีก 48 ชั่วโมงนับเป็น 1 รอบทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6 รอบแล้วนำมาประเมินผล

3. ทดสอบการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ในโลชั่นบำรุงผิวมะขวิด ก่อนและหลังการเข้าสภาวะเร่งของโลชั่น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559) โดยดัดแปลงวิธีทำมาจาก ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (Thai pharmacopoeia supplement 2005: Volume 1 and 2)

3.1 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาด้วยวิธี หาจำนวนรวมของแบคทีเรียยีสต์และราที่เจริญโดยใช้อากาศ (Total aerobic microbial count, TAMC)

เกณฑ์มาตรฐาน : ไม่เกิน 1,000 โคโลนี/กรัมหรือโคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ลงในโกร่ง

2. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ Phosphate Buffer 10 มิลลิลิตรที่มี polysorbate ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตรทีละน้อยแล้วบดด้วยโกร่งจนได้สารที่มีลักษณะข้นหนืดได้สารตัวอย่างเจือจางเริ่มต้น 1 : 10

3. คนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.2 การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ซึ่งเจริญอยู่โดยอาศัยออกซิเจน (Total aerobic microbial count : TAMC

เกณฑ์มาตรฐาน: ไม่เกิน 1,000 โคโลนี/กรัมหรือโคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1. จากสารตัวอย่างเจือจางเริ่มต้นที่ 1 : 10 ทำการเจือจางต่อโดยใช้สารเจือจางชนิดเดิมให้ได้ความเจือจาง 1 : 100 และ 1 : 1,000

2. ดูดสารตัวอย่างความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ประมาณ 15 มิลลิลิตรปิดฝา

3. หมุนจานเพาะเชื้อเป็นวงกลมให้สารตัวอย่างกระจายทั่วอาหารเลี้ยงเชื้อ

4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งปิดฝาและกลับจานเพาะเชื้อ

5. ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 3 จานบ่มจานเพาะเชื้อภายใต้อุณหภูมิ 35± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-5 วันนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่เจริญบนจานเพาะเชื้อที่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีรายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัมหรือต่อมิลลิลิตร

3.3 การตรวจสอบจำนวนยีสต์และราทั้งหมด (Total combined yeasts and molds count : TYMC)

เกณฑ์มาตรฐาน : ไม่เกิน 1,000 โคโลนี/กรัมหรือโคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1. จากสารตัวอย่างเจือจางเริ่มต้นที่ 1 : 10 ทำการเจือจางต่อโดยใช้สารเจือจางชนิดเดิมให้ได้ความเจือจาง 1 : 100 และ 1 : 1,000

2. ดูดสารตัวอย่างความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Sabourand Dextrose Agar (SDA) ประมาณ 15 มิลลิลิตรปิดฝา

3. หมุนจานเพาะเชื้อเป็นวงกลมให้สารตัวอย่างกระจายทั่วอาหารเลี้ยงเชื้อ

4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งปิดฝาและกลับจานเพาะเชื้อ

5. ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 3 จานบ่มจานเพาะเชื้อภายใต้อุณหภูมิ 25± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2-3 วัน นับจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่เจริญบนจานเพาะเชื้อที่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีรายงานผลเป็นโคโลนี/กรัมหรือต่อมิลลิลิตร

3.4 การตรวจหา *Staphylococcus aureus*

เกณฑ์มาตรฐาน : ห้ามตรวจพบ

1. นำตัวอย่างเจือจาง 1 : 10 มาเพาะลงบน Mannital salt- Agar

2. บ่มที่ 35± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน

3. การอ่านผล ถ้าพบเชื้อเจริญลักษณะเป็นโคโลนี สีเหลืองและมีโซนสีเหลืองจะนำไปทดสอบยืนยันด้วยการทดสอบเอนไซม์โคแอคกูเลส (Coagulase Test) ทำการทดสอบโดยเขี่ยเชื้อ 1 ลูปลงในหลอดทดลองที่มีพลาสมาปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสนาน 4 ชั่วโมง ผลบวกจะเกิดก้อนลิ่มผลลบจะไม่เกิดการแข็งตัวเป็นก้อน

3.5 การตรวจหา *Pseudomonas aeruginosa*

เกณฑ์มาตรฐาน : ห้ามตรวจพบ

1. นำสารตัวอย่างเจือจาง 1 : 10 มาเพาะลงบน MHA

2. นำไปบ่มอุณหภูมิที่ 35± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

3. การอ่านผลการทดลอง ถ้าพบเชื้อที่เจริญมีลักษณะเป็นโคโลนีสีเขียว นำไปทดสอบยืนยันด้วย Oxidase test ทำได้โดยการป้ายโคโลนีของเชื้อบนกระดาษกรอง หยดน้ำยา Oxidase test reagent ลงบน กระดาษกรองที่ป้ายเชื้อแล้วถ้ากระดาษเปลี่ยนเป็นสีม่วงภายใน 30 วินาที แสดงว่าให้ผลเป็นบวก แต่ถ้าไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าให้ผลเป็นลบ

3.6 การตรวจหา *Clostridium* spp.

เกณฑ์มาตรฐาน : ห้ามตรวจพบ

การตรวจหาเชื้อ *Clostridium* spp. โดยการส่งวิเคราะห์ทดสอบหาเชื้อโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ด้วยวิธีการดังนี้

1. แบ่งสารตัวอย่างความเจือจาง 1 : 10 ส่วนหนึ่งนำไปผ่านความร้อน 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว อีกส่วนหนึ่งไม่ได้ผ่านความร้อน ใส่ตัวอย่างแยกแต่ละส่วน ส่วนละ10 มิลลิลิตร ลงใน Reinforced Medium for Clostridia 100 มิลลิลิตร

2. นำบ่มที่สภาวะปราศจากออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 35±2 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หากมีเชื้อเจริญให้ยืนยันด้วยการทำ Catalase test โดยใช้ 3% Hydrogen peroxide หยดลงไปบนเชื้อหากไม่มีฟองเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นเชื้อ *Clostridium* spp.

3.7 *Candida albicans*

เกณฑ์มาตรฐาน : ห้ามตรวจพบ

1. นำสารตัวอย่างความเจือจาง 1 : 10 นำมาเพาะบน SDA

2. บ่มเพาะที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

3. การอ่านผล ถ้ามีเชื้อเจริญ ให้บ่มที่เพิ่ม1 วัน ถ้าพบโคโลนีลักษณะสีขาวขุ่นจะนำ ไปทดสอบ Germ tube test โดยนำโคโลนีที่สงสัยใส่ในหลอดทดลองที่มี serum ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง แล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์โดยใช้วิธี wet mount

3.4 การเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชน

โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการวิจัยที่ได้ไปถ่ายทอดความรู้และ อบรมเชิงปฏิบัติการ โดยนำไปพัฒนาชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เอกสารประกอบการอบรมที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาในเอกสารงานวิจัยเรื่องการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ส่วนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินความพึงพอใจ หลังอบรม

ทั้งนี้การพัฒนาเอกสารอบรมทั้ง 3 ส่วน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประเมินดัชนีความสอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.05 ขึ้นไป จึงนำไปจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดให้กับชุมชนเพื่อศึกษาความรู้ด้านสมุนไพร

3.4.1 วิธีดำเนินการ

3.4.1.1 เสนอโครงการขออนุมัติโครงการ

3.4.1.2 จัดเตรียมเอกสารที่ใช้ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.4.1.3 ประชาสัมพันธ์โครงการ

3.4.1.4 ดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้ชุดอบรมทั้ง 3 ส่วน

3.4.1.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.4.1.6 กิจกรรมที่ปฏิบัติระหว่างการอบรม ดำเนินการสอบก่อนอบรมและหลังอบรมมีการบรรยายเกี่ยวกับ เรื่อง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขวิดและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ ไทโรซิเนสของมะขวิด การพัฒนาโลชั่นจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด การอภิปรายผล ซักถาม และการปฏิบัติทดลองโดยใช้ชุดอบรม ส่วนที่ 1-3

3.4.1.7 สรุปการดำเนินงานและประเมินผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.4.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลการอบรม

3.4.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างชุดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.4.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดทำเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการอบรม จำนวน 10 ข้อ

3.4.2.3 นำเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม และแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการอบรม ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.2.4 ดำเนินการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาของเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเอกสารประกอบการอบรมภาคปฏิบัติและการประเมินผลการอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

3.4.2.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่สนใจ จำนวน 30 คน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้ มีทักษะในการทำผลิตภัณฑ์ และความพึงพอใจในการเข้าร่วมการอบรม โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการจัดสถานที่ เตรียมเอกสาร และอุปกรณ์ประกอบการทดลองก่อนทำโครงการอบรม

3.4.3 กิจกรรมที่ปฏิบัติในการอบรม

3.4.3.1 กิจกรรมการฟังบรรยายความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชที่ทำการศึกษาวิจัย ผลการวิจัยซักถามความเข้าใจและการมีส่วนระหว่างการบรรยาย

3.4.3.2 กิจกรรมปฏิบัติการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

3.4.3.3 ทำการวัดประเมินผลการอบรมด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม จำนวน 20 ข้อ

3.4.3.4 ทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดอบรม จำนวน 10 ข้อ

3.4.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.4.4.1 ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมะขวิด ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอนไซม์ไทโรซิเนสและการพัฒนาตำรับโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

3.4.4.2 ผู้เข้าร่วมการอบรมเห็นประโยชน์ของมะขวิดและนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งสามารถทำผลิตภัณฑ์ตำรับโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิดได้

3.4.5 สถิติที่ใช้วิเคราะห์

3.4.5.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean, $\bar{x}$)

$$\overline{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum fx$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

x = ข้อมูลแต่ละจำนวน

f = ความถี่

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Σ = ผลรวม

3.4.5.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาของเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติ ภาคปฏิบัติ ผลการประเมินผล

สูตร IOC = $\frac{\Sigma R}{\mathrm{N}}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.4.5.4 ค่าสถิติเพื่อการทดสอบสมติฐาน เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังฝึกอบรม โดยใช้ t-test (dependent)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ

t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบที

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างการทดสอบ

D แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนและได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ผลการสกัดสารสกัด กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดหยาบ กิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด

4.2.1 ผลการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

4.2.2 ผลการหาปริมาณแทนนินทั้งหมดโดย

4.2.3 ผลการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคา

4.4 ผลการหาปริมาณอาร์บูติน ในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

4.5 ผลการพัฒนาโลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

4.5.1 ผลของการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและการทดสอบความคงสภาพแบบเร่ง

4.5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของโลชั่น ตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558 เกณฑ์มาตรฐาน ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559)

4.6 ผลการเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

4.6.1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

4.6.2 ผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

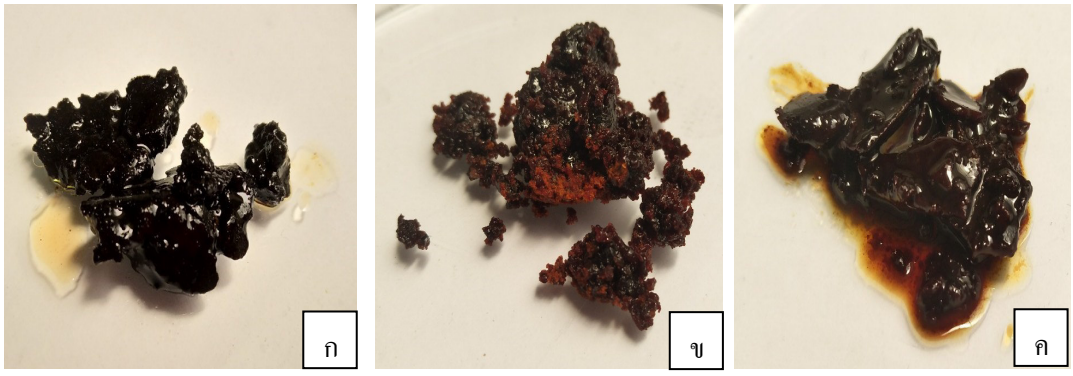
4.1 ผลการสกัดสารสกัดจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

การสกัดสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย พบว่า ให้ผลร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย

พืชแห้ง	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลผลิตรวม (%)	ลักษณะของสารสกัดหยาบ
กิ่งมะขวิด	6,000	56.43	9.40	กึ่งแข็งสีน้ำตาลเข้ม มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ
ลำต้นมะขวิด	6,000	79.61	13.26	กึ่งแข็งสีน้ำตาล
ทานาคา	6,000	49.62	8.27	กึ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ

จากตารางที่ 4.1 การทดลองสกัด กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา พบว่า สารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิดที่ได้มีลักษณะกึ่งแข็งสีน้ำตาลเข้ม มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 56.43 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 9.40 สารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิดที่ได้มีลักษณะของกึ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 79.61 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 13.26 และ สารสกัดหยาบจากทานาคาที่ได้มีลักษณะเป็นกึ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 49.62 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 8.27



ภาพที่ 4.1 ก. สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ข. สารสกัดหยาบลำต้นมะขวิด ค. สารสกัดหยาบทานาคา

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและชนิดกลุ่มสารสกัดที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด

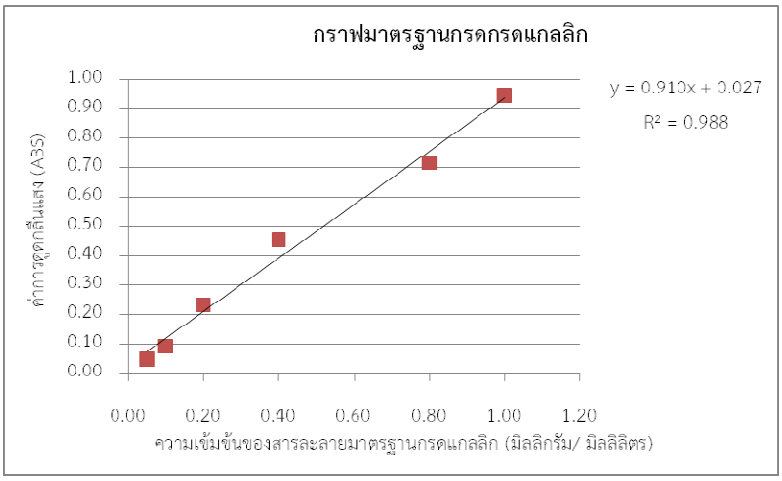
4.2.1 ผลการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

โดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimatric ดัดแปลงจากวิธีของ Folin & Ciocalteu (1927) ใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐานให้สารประกอบฟีนอลิกทำปฏิกิริยากับ Folin-ciocalteu Reagent นำค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดหยาบมะขวิดที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้งดังตารางที่ 4.2 เทียบกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิกและค่าดูดกลืนแสงแสดง ดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก

ตัวอย่าง	**ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัดหยาบ)**
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	11.04±0.34
สารสกัดหยาบลำต้นมะขวิด	15.89±0.23

จากตาราง 4.2 พบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก (ภาพที่ 4.1) เท่ากับ 11.04±0.34 และ 15.89±0.23 มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัดหยาบตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก

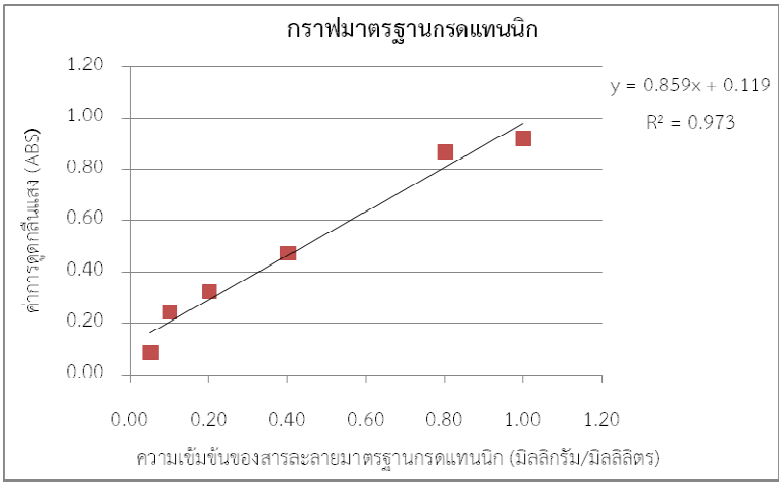
4.2.2 ผลการหาปริมาณแทนนินทั้งหมด

โดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimatric ดัดแปลงจากวิธีของ Folin & Ciocalteu (1927) โดยใช้กรดแทนนิกเป็นสารมาตรฐานให้สารประกอบแทนนินทำปฏิกิริยากับ Folin-ciocalteu Reagent นำค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดหยาบมะขวิดที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณแทนนินทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของกรดแทนนิก/น้ำหนักแห้งดังตารางที่ 4.3 เทียบกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแทนนิกและค่าดูดกลืนแสงแสดงดังภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการหาปริมาณแทนนินทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดแทนนิก

ตัวอย่าง	**ปริมาณแทนนินทั้งหมด (มิลลิกรัมของกรดแทนนิก/กรัมของสารสกัดหยาบ)**
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	7.59±0.39
สารสกัดหยาบลำต้นมะขวิด	11.01±0.32

จากตารางที่ 4.3 พบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิดมีปริมาณแทนนินเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแทนนิก (ภาพที่ 4.2) เท่ากับ 7.59±0.39 และ 11.01±0.32 มิลลิกรัมของกรดแทนนิก/กรัมของสารสกัดหยาบตามลำดับ



ภาพที่ 4.3 กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแทนนิก

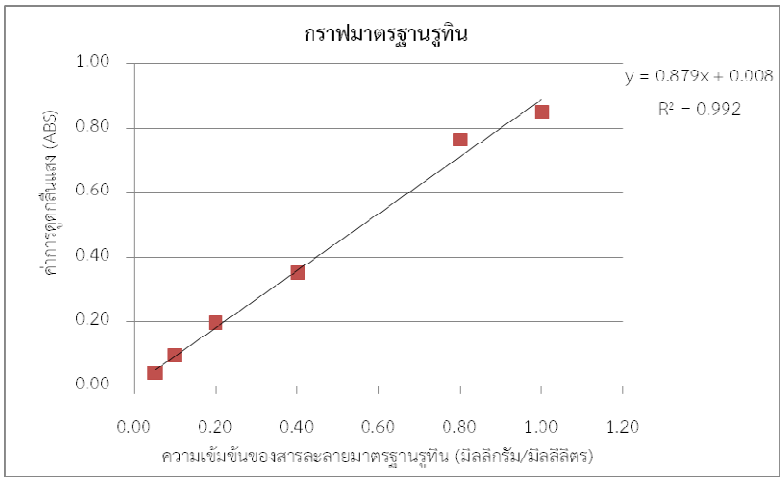
4.2.3 ผลการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

โดยวิธี Aluminium chloride colorimetric assay ดัดแปลงจากวิธีของ Ordonez et al. (2006) นำค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดหยาบ กิ่งและลำต้นมะขวิด ที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในรูปแบบมิลลิกรัมของรูทิน/กรัมของสารสกัดเทียบกับกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของรูทินและค่าดูดกลืนแสงแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานรูทิน

ตัวอย่าง	**ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมของรูทิน/กรัมของสารสกัดหยาบ)**
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	14.46±0.29
สารสกัดหยาบลำต้นมะขวิด	27.73±0.28

จากตารางที่ 4.4 พบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิดมีปริมาณฟลาโวนอยด์ เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของรูทิน (ภาพที่ 4.3) เท่ากับ 14.46±0.29 และ 27.73±0.28 มิลลิกรัมของรูทิน/ กรัมของสารสกัดหยาบตามลำดับ



ภาพที่ 4.4 กราฟสารละลายมาตรฐานของรูทิน

4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก

ตัวอย่าง	Conc. (µg/ml)	% Scavenging	IC_{50} (mg/ml)
สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด	62.5	32.61	0.27
	125	42.29	
	250	51.97	
	500	70.25	
	1,000	78.85	
สารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิด	62.5	37.99	0.16
	125	46.59	
	250	58.78	
	500	74.91	
	1,000	85.06	
สารสกัดหยาบจากทานาคา	62.5	35.84	0.15
	125	47.67	
	250	63.44	
	500	79.56	
	1,000	92.11	
กรดโคจิก	62.5	44.08	0.06
	125	52.32	
	250	63.79	
	500	80.28	
	1,000	97.84	

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย เอทานอล 95% มีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดี โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.27 0.16 และ 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิกมีค่า IC_{50} เท่ากับ0.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเมื่อนำค่า IC_{50} ของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคา มาเปรียบเทียบกันทางสถิติด้วยสถิติครูสคัล-วัลลิส โดยการทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วัลลิส ในการเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา แสดงดังตารางที่ 4.6 - 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

สารสกัดหยาบ	N	Mean Rank
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	3	0.27
สารสกัดหยาบลำต้นมะขวิด	3	0.16
สารสกัดหยาบทานาคา	3	0.15

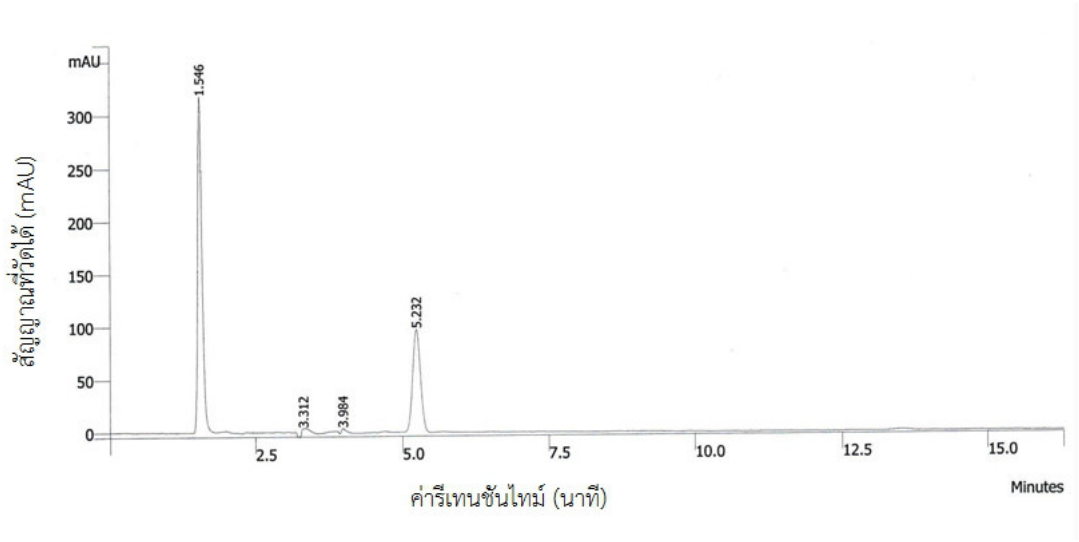
ตารางที่ 4.7 การทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วัลลิส ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

	IC_{50} ของสารสกัดหยาบ
Test Statistic	5.53
Degree of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	0.054

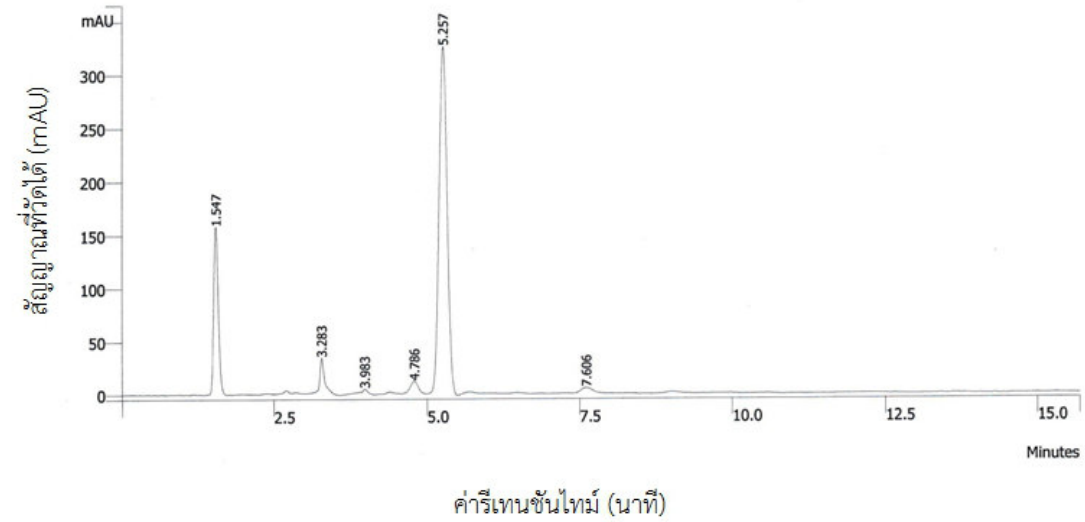
จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 พบว่า สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกสารสกัดหยาบในส่วนของกิ่งมะขวิด เพื่อศึกษาปริมาณอาร์บูติน และพัฒนาโลชั่นบำรุงผิว เพราะฤทธิ์ไม่แตกต่างกันประกอบกับกิ่งหาง่ายกว่า และไม่ทำลายลำต้นมะขวิด

4.4 ผลการหาปริมาณอาร์บูติน ในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

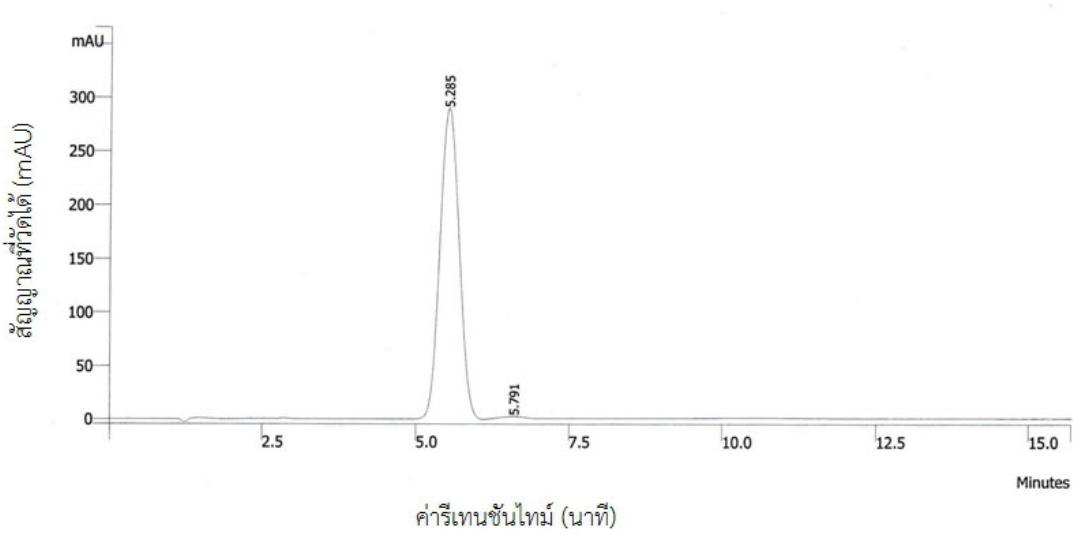
ผลการหาปริมาณอาร์บูติน ในสารสกัดหยาบจากมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสที่ดีที่สุด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงแสดงดังภาพที่ 4.5 – 4.7



ภาพที่ 4.5 โครมาโทแกรมของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง



ภาพที่ 4.6 โครมาโทแกรมของสารสกัดหยาบทานาคาที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง



ภาพที่ 4.7 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานอาร์บูตินที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ผลการหาปริมาณอาร์บูติน ในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง แสดงดังตารางที่ 4.8 - 4.9

ตารางที่ 4.8 ผลการหาปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และทานาคาด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ตัวอย่าง	ค่ารีเทนชันไทม์/นาที	พื้นที่ใต้กราฟ/ Counts
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	5.232	8,972,448
สารสกัดหยาบทานาคา	5.257	29,984,498
สารมาตรฐานอาร์บูติน	5.285	145,019,328

จากตารางที่ 4.8 พบว่า สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดมีค่ารีเทนชันไทม์ 5.232 นาที มีพื้นที่ใต้กราฟ 8,972,448 สารสกัดหยาบทานาคามีค่ารีเทนชันไทม์ 5.257 นาที มีพื้นที่ใต้กราฟ 29,984,498 สารมาตรฐานอาร์บูตินมีค่ารีเทนชันไทม์เท่ากัน 2.285 นาที มีพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 145,019,328

ตารางที่ 4.9 ปริมาณของสารอาร์บูตินในสารสกัดจาก กิ่งมะขวิด ทานาคา เมื่อเทียบสารมาตรฐานอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ตัวอย่าง	**ปริมาณสารอาร์บูตินในสารตัวอย่าง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)**
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	0.062
สารสกัดหยาบทานาคา	0.206

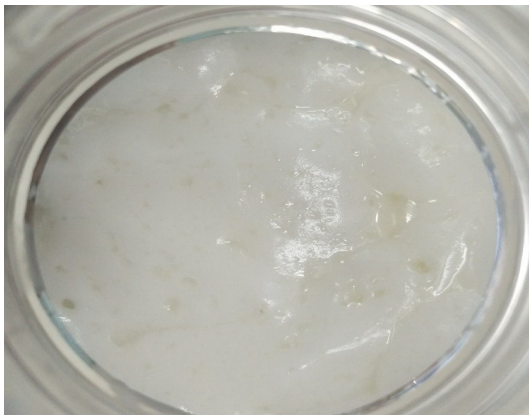
จากตารางที่ 4.9 พบว่า ปริมาณสารอาร์บูตินที่วิเคราะห์ได้ในสารตัวอย่างสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดหยาบทานาคาเท่ากับ 0.206 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

4.5 ผลการพัฒนาโลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

4.5.1 ผลการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและผลการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง

นำสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดมาพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดโดยตั้งตำรับสูตรผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 2 ตำรับ

สูตรที่ 1 ส่วนผสมละลายกันได้ดี เมื่อนำเข้าสภาวะเร่งทั้งหมด 6 รอบ พบว่า เนื้อของโลชั่นมีน้ำมันแยกชั้นออกมา เมื่อทาลงบนผิวให้ความรู้สึกค่อนข้างเหนอะเคลือบอยู่บนผิว



ภาพที่ 4.8 โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดสูตรที่ 1 หลังการทดสอบสภาวะเร่ง

สูตรที่ 2 ส่วนผสมละลายกันได้ดี ได้เนื้อโลชั่นค่อนข้างมันวาว เมื่อนำเข้าสภาวะเร่ง พบว่าเนื้อโลชั่นเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนเมื่อทาลงบนผิวให้ความรู้สึกซึมเข้าสู่ผิวง่ายไม่เหนอะหนะ และไม่พบการแยกชั้นของเนื้อและสารสกัด ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดสูตรที่ 2 หลังการทดสอบสภาวะเร่ง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 มาบันทึกผลการทดสอบให้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ลักษณะทางกายภาพ และ เคมี บางประการของผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดหลังการทดสอบความคงตัว

	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**
ลักษณะ	มีน้ำมันแยกออกมาจากเนื้อ	รวมเป็นเนื้อเดียวกัน
สี	สีเหลืองอ่อน	สีเหลืองอ่อน
กลิ่น	กลิ่นหอมอ่อน ๆ	กลิ่นหอมอ่อน ๆ
ค่า pH	7.25	7.50

จากตารางที่ 4.10 พบว่า หลังจากทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Heating cooling cycle จำนวน 6 รอบ พบว่า สูตรที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ คือ ลักษณะของเนื้อผลิตภัณฑ์พบน้ำมันแยกออกจากเนื้อ ส่วนสีและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ สีเหลืองอ่อนและกลิ่นหอมอ่อน ๆ ค่า pH ไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีค่า เท่ากับ 7.25 สูตรที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพไม่มี

การเปลี่ยนแปลง คือ ลักษณะรวมเป็นเนื้อเดียวกัน มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH มีค่า เท่ากับ 7.50

4.5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของโลชั่น ตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558 เกณฑ์มาตรฐาน ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559) ก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Heating cooling cycle จำนวน 6 รอบ

จากการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ข้อกำหนดคือ สามารถตรวจพบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์และรา ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total aerobic plate count) ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไปและห้ามตรวจพบจุลินทรีย์ก่อโรคดังต่อไปนี้ 1) ซูโดโมแนสแอรูจิโนซา 2) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส 3) แคนดิดา อัลบิแคนส์ 4) คลอสตริเดียม (เฉพาะเครื่องสำอางผสมสมุนไพร) แสดงผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558

ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	เกณฑ์	ผลทดสอบ
1. การตรวจหา จำนวนจุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมดซึ่งเจริญโดยอาศัยออกซิเจน	>1,000 โคโลนี/กรัม	ไม่พบ
2. การตรวจหา จำนวนยีสต์และราทั้งหมด	>1,000 โคโลนี/กรัม	ไม่พบ
3. การตรวจหา ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา	ห้ามพบ	ไม่พบ
4. การตรวจหา สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส	ห้ามพบ	ไม่พบ
5. การตรวจหา แคนดิดา อัลบิแคนส์	ห้ามพบ	ไม่พบ
6. การตรวจหา คลอสตริเดียม	ห้ามพบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.11 เมื่อนำผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิด มาตรวจหาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคในเครื่องสำอาง ปรากฏว่าไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมดซึ่งเจริญโดยอาศัยออกซิเจน ไม่พบการปนเปื้อนยีสต์ รา และไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่ม ซูโดโมแนสแอรูจิโนซา สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส แคนดิดา อัลบิแคนส์ คลอสตริเดียม ในผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข

4.6 ผลการเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

4.6.1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดอบรม เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ประกอบด้วยเอกสาร ประกอบการอบรม ภาคปฏิบัติการ และการประเมินผล หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินค่าความสอดคล้องพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.98 แสดงว่าชุดฝึกอบรมนี้มีคุณภาพ สามารถนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชน

4.6.2 ผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด โดยนำชุดฝึกอบรมที่ผ่านการประเมินทั้ง 3 ส่วน ไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลชีน้ำร้าย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรม ซึ่งมีคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ผลการทดสอบความรู้ก่อน-หลังการฝึกอบรมแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลเปรียบเทียบความรู้ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ก่อนและหลังการอบรม

	N	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนสอบ	30	12.33	3.30	11.621*	29	0.000
หลังสอบ	30	17.03	2.13			

*P<.05

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมได้คะแนนทดสอบก่อนการฝึกอบรมโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.33 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.30 คะแนนทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.03 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.13 เมื่อทำการเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมได้ความรู้เพิ่มขึ้น และพบว่ามีความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.38 , S.D.= 0.54)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิดที่ได้มีลักษณะกิ่งแข็งสีน้ำตาลเข้ม มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 56.43 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตเท่ากับ 9.40 สารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิดที่ได้มีลักษณะของกิ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 79.61 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตเท่ากับ 13.26 และ สารสกัดหยาบจากทานาคาที่ได้มีลักษณะกิ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบมีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 49.62 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตเท่ากับ 8.27

5.1.2 วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของ สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และลำต้นมะขวิด มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิกเท่ากับ 11.04±0.34 และ 15.89±0.23 มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัดหยาบ ตามลำดับ มีปริมาณแทนนิน เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของกรดแทนนิก เท่ากับ 7.59±0.39 และ 11.01±0.32 มิลลิกรัมของกรดแทนนิก/กรัมของสารสกัดหยาบ ตามลำดับ มีปริมาณฟลาโวนอยด์ เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานของรูทิน เท่ากับ 14.46±0.29 และ 27.73±0.28 มิลลิกรัมของรูทิน/กรัมของสารสกัดหยาบ ตามลำดับ

5.1.3 ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล พบว่า มีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดี โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.27 0.16 และ 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิกมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.06 เมื่อนำค่า IC_{50} ของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคาไปเปรียบเทียบกันด้วยสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วิลลิส พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกส่วนของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดไปวิเคราะห์ปริมาณอาร์บูติน เนื่องจากกิ่งมะขวิดหาง่าย เมื่อตัดแล้วสามารถแตกกิ่งได้อีก แต่ถ้าใช้ส่วนลำต้นจะต้องตัดลำต้นมะขวิดซึ่งกว่าจะเติบโตต้องใช้เวลานาน

5.1.4 ผลการหาปริมาณอาร์บูติน ในสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด และทานาคา เทียบกับสารมาตรฐานอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่า สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

มีค่ารีเทนชันไทม์ 5.232 นาที มีพื้นที่พีคเท่ากับ 8,972,448 มีปริมาณสารอาร์บูตินเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร สารสกัดหยาบทานาคามีค่ารีเทนชันไทม์ 5.257 นาที มีพื้นพีคเท่ากับ 29,984,498 มีปริมาณอาร์บูตินเท่ากับ 0.206 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

5.1.5 การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด 2 ตำรับสูตร สูตรที่ 1 ส่วนผสมละลายกันได้ดี เมื่อนำเข้าสภาวะเร่งทั้งหมด 6 รอบ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพคือ ลักษณะของเนื้อผลิตภัณฑ์พบน้ำมันแยกออกจากเนื้อ ส่วนสีและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ สีเหลืองอ่อน และกลิ่นหอมอ่อน ๆ ยังพบว่าค่า pH ไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีค่า เท่ากับ 7.25 สูตรที่ 2 คุณสมบัติ ทางกายภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ลักษณะรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมอ่อน ๆ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH มีค่า เท่ากับ 7.50

5.1.6 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ปรากฏว่าไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมดซึ่งเจริญโดยอาศัยออกซิเจน ไม่พบการปนเปื้อนยีสต์ ราและไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่ม ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา, สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส, แคนดิดา อัลบิแคนส์ คลอสตริเดียม ในผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดผลแสดงเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข

5.1.7 จากการถ่ายทอดความรู้จากผลวิจัย เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด พบว่า ชุดอบรมเชิงปฏิบัติการทั้ง 3 ส่วน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.98 แสดงว่าชุดฝึกอบรมนี้มีคุณภาพ สามารถนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการได้ เมื่อนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลซีน้ำร้าย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 30 คน โดยการทำแบบทดสอบความรู้ก่อน-หลัง การฝึกอบรมจำนวน 20 ข้อ พบว่าการอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ทำให้ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยก่อนอบรมมีความรู้เท่ากับ 12.33 และหลังการอบรม ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้เท่ากับ 17.03 แสดงว่าการอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมได้ความรู้เพิ่มขึ้น และผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.38 , S.D.= 0.54)

5.2 อภิปรายผล

จากการหาปริมาณฟีนอลิก แทนนิน และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดกิ่งและลำต้นมะขวิด โดยวิธีแช่ยุ่ยด้วยตัวทำละลายเอทานอล ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว พบว่า สารสกัดจากลำต้นมะขวิดมีปริมาณฟีนอลิก แทนนิน และฟลาโวนอยด์ สูงกว่าสารสกัดจากกิ่งมะขวิดซึ่ง จันทิมา นามโชติ และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทำการศึกษาปริมาณสาระสำคัญของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด พบว่า มีปริมาณฟีนอลลิกทั้งหมด เท่ากับ 42.08 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร การหามีปริมาณแทนนิน

ทั้งหมดเท่ากับ 52.22 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากผลวิจัยทำให้เห็นว่าส่วนที่ต่างกันของพืชส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญที่แตกต่างกัน ดังเช่นงานวิจัยของ จิราพร ปราบนอก (2560) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารสำคัญ ฟีนอลิก แทนนิน และฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดหยาบจากเปลือกผลค้อและสารสกัดจากเมล็ดผลค้อ พบว่า มีปริมาณของสารสำคัญแตกต่างกันในแต่ละส่วนของสารสกัด หรือกรณีงานวิจัยของ กัลยาภรณ์ จันตรี (2558) ได้ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม ของสารสกัดหยาบของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดที่ใช้ตัวทำละลายที่ต่างกันคือ โพรพิลีน ไกลคอล และเอทานอล ผล คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมที่ได้มีความแตกต่างกันคือเท่ากับ 836.04±3.55 และ 590.08±9.24 mg GAE/g Extract ตามลำดับ

ในการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิดเปรียบเทียบกับทานาคาซึ่งได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าได้ผลเป็นไปตามสมมุติฐาน คือ สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิด มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสเช่นเดียวกับทานาคา และสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิดและทานาคา มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wangthong et al. (2010) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส จากสารสกัดหยาบเปลือกลำต้นทานาคา *Hesperethusa crenulata* ด้วยวิธี dopachrome สกัดจากตัวทำละลาย 6 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบเปลือกลำต้นทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส มีค่า IC_{50} เท่ากับ เฮกเซน (0.623±0.01), ไดคลอโรมีเทน (0.546±0.12), เอทธิล อะซีเตท (0.697±0.012), เมทานอล 85% (1.420±0.015), เอทานอล (0.860±0.006), น้ำ (1.089±0.01) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน kojic acid IC_{50} เท่ากับ 0.009±0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อคัดเลือกส่วนของสารสกัดหยาบจากมะขวิดมาศึกษาหาปริมาณอาร์บูติน เปรียบเทียบกับทานาคา ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ซึ่งจากผลของศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิด พบว่า สารสกัดกิ่งมะขวิดและลำต้นมะขวิด มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงาของเอนไซม์ไทโรซิเนส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบกับกิ่งมะขวิดสามารถหาง่ายโดยไม่ทำลายลำต้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกส่วนของกิ่งเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณอาร์บูติน ซึ่งพบว่า สารสกัดจากกิ่งมะขวิดมีอาร์บูติน เช่นเดียวกันกับสารสกัดจากทานาคาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanlayavattanakul et al. (2009) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากลำต้นทานาคาของ เมียนมา พืชในวงศ์เดียวกับมะขวิด ด้วยเทคนิค HPLC chromatography มีปริมาณอาร์บูตินอยู่ที่ 0.750%±0.414 ของน้ำหนักสารสกัดหยาบและงานวิจัยของ Lourith et al., (2012) มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบอาร์บูตินของสารสกัดจากใบแห้งและผลสุกทานาคาซึ่งสกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล และ น้ำ พบว่าปริมาณอาร์บูติน ของสารสกัดจากใบแห้ง

มีเท่ากับ 0.6185±0.0008 และ 10.7483±0.2263 กรัม/ กิโลกรัม ตามลำดับและ ปริมาณอาร์บูตินในสารสกัดจากผลสุกมีปริมาณเท่ากับ 0.4364±0.0131, 8.2417±0.1296 กรัม/ กิโลกรัม ประไพพิศ อินเสน (2561) กล่าวว่า อาร์บูตินมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสทำให้ผิวขาวกระจ่างใสขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรพันธ์ สาแก้ว และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส รวมทั้งได้ดำเนินการหาปริมาณสารสำคัญ คือ อาร์บูติน จากพญายา ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกับมะขวิด พบว่า การต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับ 5.53±0.40 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ให้ปริมาณอาร์บูติน เท่ากับ 48.80±4.20 มิลลิกรัมอาร์บูติน/กรัมของสารสกัด สรุปได้ว่า อาร์บูติน มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

เมื่อพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดและศึกษาความคงตัว คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีบางประการ และทางจุลชีววิทยาของโลชั่น พบว่า โลชั่นสูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรที่แบ่งสารให้ความหนืดไปอยู่ในวัฏภาคน้ำ ทำให้ได้โลชั่นที่มี เนื้อเงาวาว ซึมสู่ผิวง่าย ไม่เหนอะหนะ มีความคงตัวที่ดีไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และค่าวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามข้อกำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2559

เมื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด จากการถ่ายทอดความรู้โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากเอกสารอบรมทั้ง 3 ชุดนั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และการอบรมในครั้งนี้เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจมากขึ้นและสำหรับผลของการอบรมครั้งนี้ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สรุปผลจากงานวิจัยนี้ พบว่า สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดโดยวิธีแช่ยุ่ยด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบสารสำคัญ ฟีนอลิก แทนนิน ฟลาโวนอยด์ และ อาร์บูติน สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดมีประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เช่นเดียวกับสารสกัดหยาบจากทานาคา นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากกิ่งมะขวิดสามารถนำไปพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวได้โดยมีความคงตัวที่ดีให้เนื้อโลชั่นสีเหลืองอ่อน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เอนไซม์ไทโรซิเนส และ แอล-โดปา ควรเตรียมและใช้ทันทีเพื่อป้องกันการเสื่อมสลาย

5.3.2 สารที่ได้จากมะขวิด โดยวิธีแช่ยุ่ยด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีสีค่อนข้างเข้ม จึงส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์นั้นเข้ม จึงควรมีการต่อยอดโดยการใช้เทคนิค Refined สีของสารสกัดก่อนนำไปใช้

5.3.3 ควรนำโลชั่นจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดไปทดสอบกับอาสาสมัคร เพื่อติดตามผลและวัดค่าสีผิวหลังการใช้โลชั่นจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2549). **ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย เล่ม 1 และ 2.** นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข.

กฤษฎา กิตติโกวิทธนา. (2558). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากพอลิแลคติก แอสิด**. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

กัลยาภรณ์ จันตรี. (2558). **การตั้งตำรับสูตรเครื่องสำอางที่ทำให้ผิวขาวจากสารสกัดมะหาด.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ขวัญจิต อิสระสุข. (2558). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดใบลองกอง. **วารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 8(3): 81-96.

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

จิราพร ปราบนอก. (2560). **องค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบผลค้อที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัญฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

จักรพันธ์ สาแก้ว, จักพันธ์ ปลาหนองโปร่ง, สยามพงศ์ ไชยจันทร์, เมธีน ผดุงกิจ และกรีพล แม่นวิวัฒน กุล. (2556). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดพญายา.** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคราม.

จันทิมา นามโชติ, ศศมล ผาสุข และปัณณ์รภัส ถกลภักดี. (2556). **ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัญฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ธีรวัฒน์ สุวรรณี. (2559). **กลไกลการทำงานผิวหนัง.** สืบค้นจาก http://www.idoctorhouse.com/library/physiology-skin/.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการผลิต หรือนำเข้าเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559. (2559, 28 มีนาคม). **ราชกิจจานุเบกษา.** เล่ม 133 ตอนพิเศษ 72 ง. หน้า 20.

ประไพพิศ อินเสน. (2561). การยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รีไทย. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 12(2): 69-82.

พนาวุฒิ จันทับทอ และลลิดา แชงค์. (2558). **การสกัดและการยับยั้งไทโรซิเนสจากเห็ดแชมปิยอง.** สาขาวิชาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัญฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชรี ขุนหลัด, ยงยุทธ ตัณฑุลเวส, ธารารัตน์ ศุภศิริ และวราดุล ฉัตรทอง. (2551). การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารประกอบเคอร์คิวมินอยด์จากผงขมิ้น (Curcuma longa Linn.). **วารสารวิทยาศาสตร์มศว**, 24(1): 125-139

ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/resources/herb feronia.html.

มณฑิรา อินทพิบูลย์ และวัชรี คุณกิตติ. (2551). **การพัฒนาตำรับโลชั่นอาบูตินเพื่อลดความคล้ำของผิวในอาสาสมัคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัญฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ความงามและ สุขภาพ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มนสิชา ขวัญเอกพันธุ์, อาภา จิมไธสง และไฉน น้อยแสง. (2556). **ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากส่วนเถาชะเอมไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัญฑิต สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

สุชาดา จันทร์พรหมมา. (2554). **การสังเคราะห์และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารอนุพันธ์ chalcones และ bischalcones.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุพนิดา วินิจฉัย, จันทิมา หอมกลบ, หทัยรัตน์ ริมคีรี, นคร เหลืองประเสริฐ และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. (2553). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเอทิลอะซีเตดจากผลมะขามป้อมจากแหล่งในประเทศไทย. **ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48**. กรุงเทพฯ: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.**

สุวรรณา จันคนา. (2559). **การสกัดการแยกสารและการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียของใบมะขวิด (*Limonia acidissima* Linn.).** สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

เสาวนีย์ กระสานติสุข และหทัยชนก รุณรงค์. (2549). **การพัฒนาตำรับโลชั่นบำรุงผิว**. ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อโรคา 108. (2562). **อันตรายจากแสงแดด รับมือโรคภัยจากแสงแดด วายร้ายทำลายผิว**. สืบค้นจาก https://www.pobpad.com/ผิวไหม้แดด-กับวิธีฟื้นฟู

Biohope Cosmeceutical Formulation. (2019). **อันตรายจากสารไฮโดรคิวโนน.** Retrieved from http://www.biohopethai.com/อันตราย-จากสาร-ไฮโดรคิวโนน.

Byextract. (2019). **Arbutin, Alpha Arbutin, Beta Arbutin**. Retrieved from https://www.buyextracts.com/arbutin-alpha-arbutin-beta-arbutin.

Chiari, M., Joray, M. B., Ruiz, G., Palacios, S. M. & Carpinella, M. C. (2010). Tyrosinase inhibitory activity of native plants from central Argentina: Isolation of an active principle from Lithrea molleoides. **j. foodchem**. 120: 10-14. Retrieved from Available: https:// doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.061

Folin, O. & Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in protens. **Journal of Biological Chemistry**. 73, 627-650.

Funayama, O., Arakawa, H., Yamamoto, R., Nishino, T., Shin, T. & Murao, S. (2014). Effects of alpha and beta-Arbutin on Activity of Tyrosinases from Mushroom and Mouse Melanoma. **Biasci Biotech Biachem.** 59(1), 143-144, 1995. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/ abs/10.1271 /bbb.59.143.

Goldsberry, A., Dinner, A. & Hanke, C. W. (2014). Thanaka: traditional Burmese sun protection. **Journal of Drugs in Dermatology.** 13(3): 306-307. Retrieved from https:// europepmc.org/abstract/med/24595576.

Kanlayavattanakul, M., Phrutivorapongkul, A., Lourith, N. & Ruangrungsi, N. (2009). Pharmacognostic specification of *Naringi crenulata* stem wood. **J. Health Res** 23(2): 65-69.

Kanlayavattanakul, M., Lourith, N. (2018). Plants and Natural Products for the Treatment of Skin Hyperpigmentation – A Review. **Planta Med** 84(14): 988-1006. Retrived from DOI: 10.1055/a-0583-0410.

Lerner, A. B. & Fitzpatrick, T. B. (1995). Biochemistry of melanin formation. **J. Invest. Dermatol.** 30: 91-125.

Leslie, B. (2002). **Cosmetic dermatology principle and practice**. Florida: The Mc Graw-Hillcompanies.

Lim, Y., Lee, E. H., Kang, T. H., Ha, S. K., Oh, M. S., Kim, S. M., Yoon, T., Kang, C, Park, Ji-Ho & Kim, S. Y. (2009). Inhibitory Effects of Arbutin on Melanin Biosynthesis of α-Melanocyte Stimulating Hormone-induced Hyperpigmentation in Cultured. Brownish Guinea Pig Skin Tissues. **Arch Pharm Res**. 32(3): 367-373 Retrived from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19387580

Lourith, N., Kanlayavattanakul, M., Pongpunyayuen, S. & Chaiwarith, J. (2012). Characterization of arbutin and kojic acid in Naringi crenulata. **Colour Cosmetics – Vol**. 7(1): 20-21

Maeda, K. & Fukuda, M. (1996). Arbutin Mechanism of its depigmenting action in human melanocytes**. J Pharmacol Exp Ther.** 276(2): 765-769

Masuda, T., Yamashita, D., Takeda. Y. & Yonemori, S. (2005). Screening for tyrosinase inhibitors among extract of seashore plant and identification of potent inhibitors from Garcinia subelliptica. **Japan society for bioscience biotechnology and agrochemistry** 69(1): 197-201.

Moon, J. Y., Yim, E. Y.,Song, G., Lee, N. H. & Hyun C. G. (2010). Screening of elastase and tyrosinase inhibitoryactivity from Jeju Island plants. **J. BioSci** 4. 41-53.

Nawo (นามแฝง). (2548). **UV Raiation และผลร้ายต่อผิว (2).** Retrived from http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=nawo&group=2.

Pandya, A. G. (2019). **Dermatology Education Melasma**. Retrived from http://skinofcolorsociety.org/dermatology- education/1406-2/.

Seiverlin, E. V. & Klein, A. M. (2015). **Thanakha and its Dermatologic Uses in Myanmar (Burma)**.DOI.10.4172/2327-5162. Retrived from https://www.researchgate. net/publication/289571444.

Shutterstock. (2019). **Hesperethusa crenulata (roxb.) m. roem.** Retrived from https://www.shutterstock.com/search/hesperethusa+crenulata+(roxb.)+m.+roem.

Wangthong, S., Palaga, T., Rengpipat, S., Wanichwecharungruang, S. P., Chanchaisak, P. & Heinrich, M. (2010). *Biological activities and safety of Thanaka (Hesperethusa crenulata) stem bark*. **Science Direct**. 132(2): 466-472.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อและหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ
การประเมินชุดฝึกอบรมจากผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

1. ชื่อ รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ แสง-ชูโต
   สถานที่ทำงาน -
   วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
   มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ชื่อ รองศาสตราจารย์ ดร.วิลาส พุ่มพิมล
   สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
   ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
   วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (อินทรีย์เคมี)
   มหาวิทยาลัยมหิดล

3. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เพ็งพัด
   สถานที่ทำงาน -
   วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
   มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๖๙๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๕ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แสง-ชูโต

ด้วยนางสาววันทนา ติดชัย รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. ศศมล ผาสุข เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาววันทนา ติดชัย เบอร์โทรศัพท์ ๐๙๘-๒๗๓๙๗๐๗ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๖๙๑

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วิลาศ พุ่มพิมล

ด้วยนางสาววันทนา ติดชัย รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. ศศมล ผาสุข เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาววันทนา ติดชัย เบอร์โทรศัพท์ ๐๙๘-๒๗๓๙๗๐๗ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๘๙

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เพ็งพัด

ด้วยนางสาววันทนา ติดชัย รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. ศศมล ผาสุข เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาววันทนา ติดชัย เบอร์โทรศัพท์ ๐๙๘-๒๗๓๙๗๐๗ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

ผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเอกสารประกอบการอบรม
และความพึงพอใจในการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด
ผู้รับผิดชอบโครงการ นางสาววันทนา ติดชัย

****

<u>คำชี้แจง</u> ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณารายข้อว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับใดโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับความสอดคล้องของเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับหัวข้อพิจารณา

0 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าความสอดคล้องของเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับหัวข้อพิจารณา

-1 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับความสอดคล้องของเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับหัวข้อพิจารณา

หัวข้อพิจารณา	ความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
เอกสารประกอบการอบรมและกิจกรรมการอบรมภาคปฏิบัติ				
1.1 เนื้อหาครอบคลุมเรื่องที่อบรม	1	1	1	
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	
1.3 กิจกรรมการอบรม	1	1	1	
แบบประเมินความพึงพอใจในการอบรม				
2.1 จำนวนข้อคำถาม	1	1	1	
2.2 คำถามครอบคลุมกิจกรรมการอบรม	1	1	1	

ผลค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) ในการวัดความรู้ก่อนและหลังอบรม
ในการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาทำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด
ผู้รับผิดชอบโครงการ นางสาววันทนา ติดชัย

<u>คำชี้แจง</u> ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณารายข้อว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับใดโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
0 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
-1 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับเนื้อหาข้อความซึ่งตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

หัวข้อพิจารณา	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
แบบทดสอบ					
1. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถอธิบายข้อมูลเบื้องต้นของมะขวิดและความเกี่ยวข้องระหว่างมะวิดกับทานาคาได้	1	1	1	1	
	2	1	1	1	
	3	1	1	0	
2. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบอกข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเอนไซม์ไทโรซิเนสและเม็ดสีผิว	4	1	1	1	
	5	1	1	1	
	6	1	1	1	
3. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบอกสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ และสามารถบอกรายชื่อสารห้ามใช้และเป็นอันตรายในเครื่องสำอางได้	7	1	1	1	
	8	1	1	1	
	9	1	1	1	
	10	1	1	1	
	11	1	1	1	
4. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบอกความหมายของโลชั่นรวมถึงสามารถบอกองค์ประกอบของการทำโลชั่นได้	12	1	1	1	
	13	1	1	1	
	14	1	1	1	
	15	1	1	1	
	16	1	1	1	

หัวข้อพิจารณา	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
5. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบอกเชื้อที่ห้ามพบในเครื่องสำอางได้	17	1	1	1	
	18	1	1	1	
6. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบอกส่วนของมะขวิดที่นำมาใช้ รวมถึงสามารถบอกประโยชน์ของโลชั่นกิ่งมะขวิดได้	19	1	1	1	
	20	1	1	1	

ผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเอกสารประกอบการอบรม
และความพึงพอใจในการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ข้อที่	ผลพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม $\sum R$	ค่าIOC=$\frac{\sum R}{N}$	ผลพิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
เอกสารประกอบการอบรมและกิจกรรมการอบรมภาคปฏิบัติ						
1.1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.2	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.3	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
รวม					**3**	
เฉลี่ย					**1**	
แบบประเมินความพึงพอใจในการอบรม						
2.1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2.2	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
รวม					**2**	
เฉลี่ย					**1**	

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) ในการวัดความรู้
ก่อนและหลังอบรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ข้อที่	ผลพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม $\sum R$	ค่าIOC=$\frac{\sum R}{N}$	ผล พิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
แบบทดสอบ						
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
รวม					19.67	
เฉลี่ย					0.98	

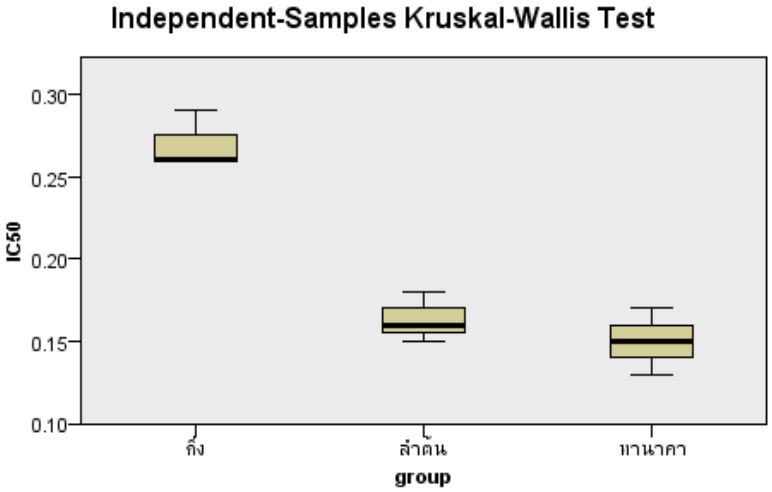
ภาคผนวก ข

ผลทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วัลลิส เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of IC50 is the same across categories of group.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.054	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.



Total N	9
Test Statistic	5.853
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.054

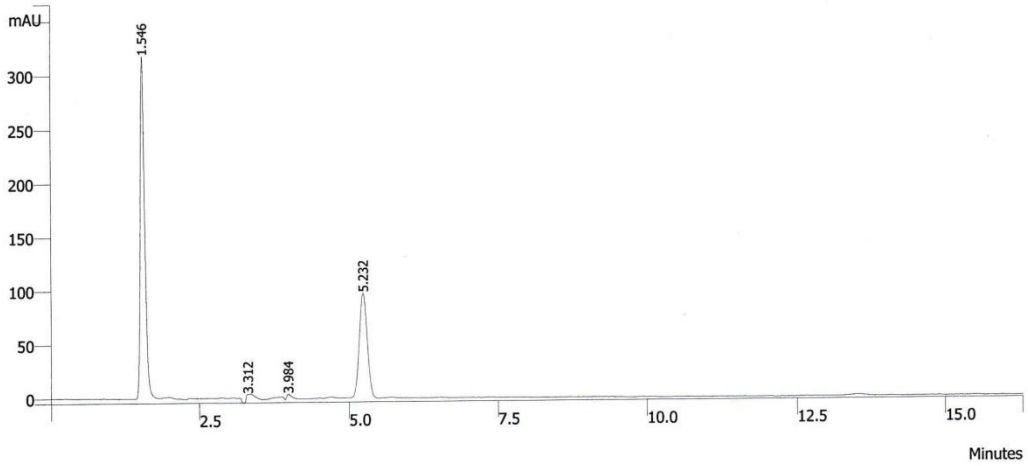
1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

ภาพที่ ข.1 การทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วัลลิส ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา

ภาคผนวก ค

โครมาโทแกรมในการแยกอาร์บูติน
ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

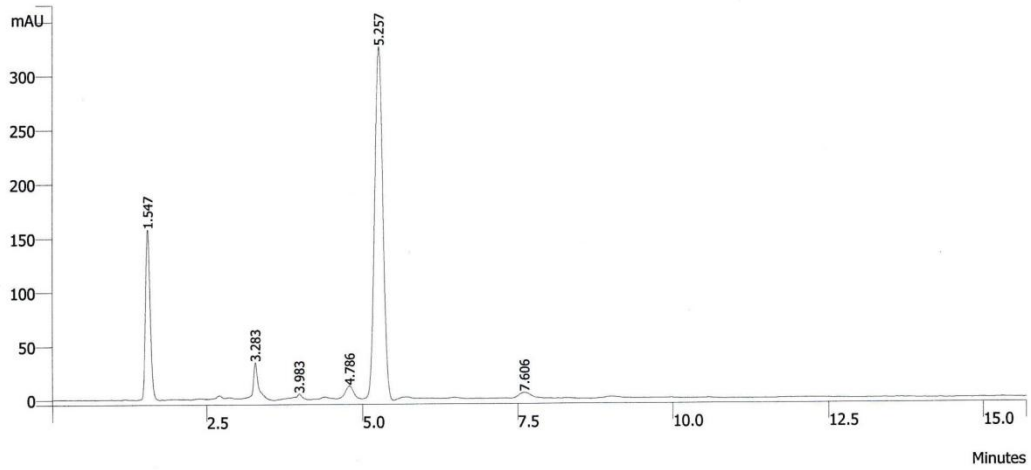
Data File:	c:\star\data\10-05-2562\5ul branch	Operator (Calc):	SUNAN
Channel:	1 = 280 nm RESULTS	Calc Date:	05/10/2019 09:56:25
Sample ID:	5ul Branch Ma-Kwid	Times Calculated:	1
Operator (Inj):	SUNAN	Calculation Method:	c:\star\arbutin.mth
Injection Date:	05/10/2019 09:40:14	Instrument (Calc):	Varian Star #1
Injection Method:	c:\star\arbutin.mth	Run Mode:	Analysis
Run Time (min):	16.295	Peak Measurement:	Peak Area
Workstation:	DISK1	Calculation Type:	Percent
Instrument (Inj):	Varian Star #1	Calibration Level:	N/A
		Verification Tolerance:	N/A



Peak No	Peak Name	Result (%area)	Ret. Time (min)	Area (counts)	Sep. Code
1		61.4941	1.546	17262322	BB
2		5.5813	3.312	1566744	BB
3		0.9618	3.984	270003	BB
4		31.9628	5.232	8972448	BB
	Totals	**100.0000**		**28071516**	

ภาพที่ ค. 1 โครมาโทแกรมของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

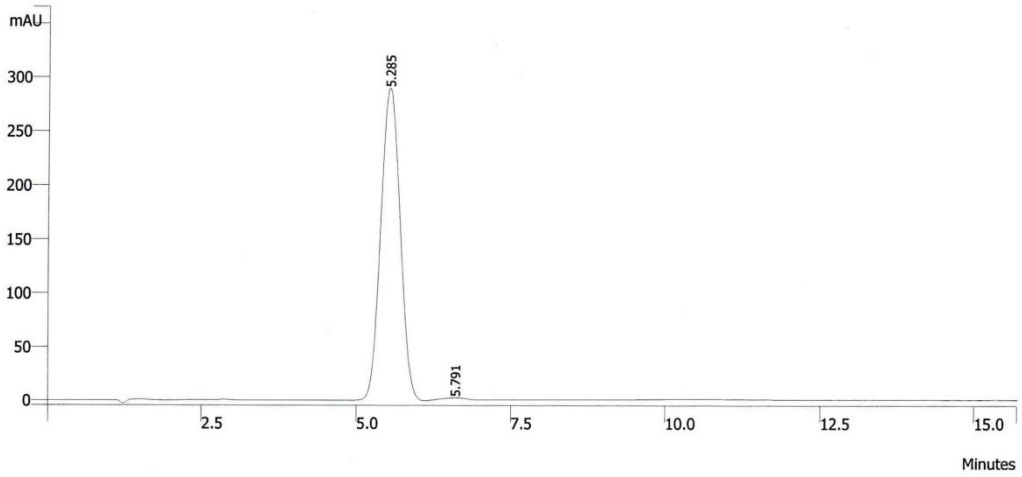
Data File:	c:\star\data\10-05-2562\5ul	Operator (Calc):	SUNAN
Channel:	1 = 280 nm RESULTS	Calc Date:	05/10/2019 10:55:40
Sample ID:	5ul Thanakha	Times Calculated:	2
Operator (Inj):	SUNAN	Calculation Method:	5ul thanakha9;57;29-1.mth
Injection Date:	05/10/2019 09:57:29	Instrument (Calc):	Varian Star #1
Injection Method:	c:\star\arbutin.mth	Run Mode:	Analysis
Run Time (min):	15.692	Peak Measurement:	Peak Area
Workstation:	DISK1	Calculation Type:	Percent
Instrument (Inj):	Varian Star #1	Calibration Level:	N/A
		Verification Tolerance:	N/A



Peak No	Peak Name	Result (%area)	Ret. Time (min)	Area (counts)	Sep. Code
1		19.9795	1.547	8465113	BB
2		4.7051	3.283	1993501	BB
3		0.3618	3.983	153305	BB
4		2.5147	4.786	1065466	BB
5		70.7700	5.257	29984498	BB
6		1.6689	7.606	707081	BB
	Totals	**100.0000**		**42368964**	

ภาพที่ ค. 2 โครมาโทแกรมของสารสกัดหยาบทานาคาที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

Data File:	c:\star\data\10-05-2562\5ul std	Operator (Calc):	SUNAN
Channel:	1 = 280 nm RESULTS	Calc Date:	05/10/2019 10:50:30
Sample ID:	5ul Std Arbutin_3	Times Calculated:	1
Operator (Inj):	SUNAN	Calculation Method:	c:\star\arbutin.mth
Injection Date:	05/10/2019 10:43:08	Instrument (Calc):	Varian Star #1
Injection Method:	c:\star\arbutin.mth	Run Mode:	Analysis
Run Time (min):	7.377	Peak Measurement:	Peak Area
Workstation:	DISK1	Calculation Type:	Percent
Instrument (Inj):	Varian Star #1	Calibration Level:	N/A
		Verification Tolerance:	N/A



Peak No	Peak Name	Result (%area)	Ret. Time (min)	Area (counts)	Sep. Code
1		99.1034	5.285	145019328	BB
2		0.8966	5.791	1311976	BB
	Totals	**100.0000**		**146331296**	

ภาพที่ ค. 3 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานอาร์บูตินที่แยกด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ภาคผนวก ง

ผลคะแนนการทดสอบ ก่อน-หลัง อบรม และคะแนนความพึงพอใจ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

คนที่	คะแนนก่อนอบรม	คะแนนหลังอบรม	D	D^2
1	16	19	3	9
2	16	18	2	4
3	17	20	3	9
4	15	19	4	16
5	13	19	6	36
6	13	16	3	9
7	15	17	2	4
8	6	17	11	121
9	11	17	6	36
10	18	20	2	4
11	17	20	3	9
12	6	15	9	81
13	9	18	9	81
14	10	14	4	16
15	10	15	5	25
16	13	17	4	16
17	15	19	4	16
18	11	14	3	9
19	11	14	3	9
20	14	16	2	4
21	14	17	3	9
22	16	20	4	16
23	12	18	6	36
24	10	15	5	25
25	6	12	6	36
26	13	19	6	36
27	9	15	6	36
28	10	16	6	36
29	11	17	6	36
30	13	18	5	25
X-bar	**12.33**	**17.03**		
SD	**3.30**	**2.10**		

ตารางที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ข้อที่ / คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	5	5	4	4	4	5	3	5	5
2	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5
3	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5
4	5	5	5	4	5	3	5	4	4	4
5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5
6	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4
7	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4
8	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5
9	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4
10	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
11	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4
12	4	5	5	5	5	4	3	4	4	5
13	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5
14	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
15	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4
16	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4
17	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5
18	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4
19	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4
20	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5
21	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
22	4	3	4	4	5	4	4	4	4	5
23	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4
24	4	5	4	3	4	5	4	4	4	5
25	4	4	5	4	4	3	5	4	4	4
26	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5
27	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4
28	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5
29	5	5	4	3	4	4	3	5	5	5
30	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
X-bar	4.47	4.50	4.50	4.20	4.43	3.97	4.33	4.43	4.37	4.57
S.D.	0.51	0.57	0.51	0.55	0.50	0.56	0.61	0.57	0.51	0.50

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติเรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบมะขวิด ของผู้เข้าร่วมอบรม (N = 30)

หัวข้อประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**		
	X-bar	**S.D.**	**เกณฑ์**
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาในการอบรม	4.47	0.51	มาก
2. บุคลิกภาพของวิทยาการผู้ให้การอบรม	4.50	0.57	มากที่สุด
3. เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ของวิทยาการ	4.50	0.51	มากที่สุด
4. อุปกรณ์และโสตทัศนูปกรณ์	4.20	0.55	มาก
5. เอกสารที่ใช้ในการอบรม	4.43	0.50	มาก
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการอบรม	3.97	0.56	มาก
7. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	4.33	0.61	มาก
8. ความเหมาะสมของอาหารว่างและอาหารกลางวัน	4.43	0.57	มาก
9. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ปฏิบัติได้จริง	4.37	0.51	มาก
10. ประโยชน์ที่ได้จากการอบรม	4.57	0.50	มากที่สุด
รวม	**4.38**	**0.54**	**มาก**

เกณฑ์

ค่าเฉลี่ย 5.00 - 4.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 4.49 – 3.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 3.49 – 2.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.49 – 1.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.49 – 1.00 หมายถึง ความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ภาคผนวก จ
โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการผลงานวิจัย
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลงานวิจัย
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

หลักการและเหตุผล

ส่วนใหญ่ของปัญหาผิวคล้ำเสีย เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเลต หรือ รังสียูวี อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ต้นกำเนิดเกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่ และ เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น อาทิ จอมือถือ จอโทรทัศน์ หลอดไฟ ทำให้รังสียูวีมีอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน คนส่วนใหญ่คิดว่าการที่รังยูวีจะทำร้ายผิวให้คล้ำเสียได้นั้น ต้องอยู่ท่ามกลางแดดร้อนจัดเท่านั้น จึงป้องกันผิวจากแสงแดดด้วยการใส่เสื้อแขนยาว ทาครีมกันแดด กลางร่มเวลามีกิจกรรมกลางแดด ซึ่งความเป็นจริงแล้วแม้ยูวีเพียงเล็กน้อยสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินบนผิวเราได้

ไทโรซิเนส เป็นเอนไซม์พบได้ทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพืชและสัตว์สำหรับมนุษย์ ทำหน้าที่ในการสร้างเม็ดสีเมลานินพบมากบริเวณผิวหนัง เพื่อปกป้องผิวจากสภาวะสิ่งแวดล้อม การมีเมลานินสะสมที่ผิวหนังจำนวนมาก ๆ ทำให้ผิวคล้ำ ฝ้า กระ (พัชรี ขุนหลัด และคนอื่น ๆ , 2551) ด้วยเหตุนี้จึงต้องการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เพื่อลดการเกิดผิวคล้ำเสีย ฝ้า กระ ด้วยสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นั้นยกตัวอย่างเช่น อาร์บูติน ซึ่งเป็นสารในหมวดไวท์เทนนิ่งที่เป็นอนุพันธ์ของสารพวกไฮโดรคิวโนน มีหน้าที่ไปช่วยยับยั้งการออกซิเดชั่นของเอนไซม์ในร่างกาย (Maeda & Fukuda, 1996) อาร์บูตินมาจาก 2 แหล่ง คือ สังเคราะห์จากไฮโดรควิโนน และสกัดจากพืช Kanlayavattanakul & Lourith. (2018) ได้กล่าวว่าพืชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพให้ผิวขาวกำลังได้รับความสนใจในหมู่ผู้บริโภคและนักวิจัยเพราะเป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยกว่าสารสังเคราะห์ จึงมีการศึกษาและสกัดอาร์บูตินในพืชเพื่อใช้ในธุรกิจเครื่องสำอางมากขึ้น Lourith et al. (2012) ได้ค้นพบว่า ทานาคามีสารอาร์บูตินอยู่ประมาณ 0.750%±0.414 ของน้ำหนักสารสกัดหยาบ

ทานาคาชื่อวิทยาศาสตร์ *Limonia acidissima L.* หรือ *Hesperethusa crenulata (Roxb.)* Roem. วงศ์ : Rutaceae ผงทานาคาเป็นที่รู้จักกันดีในทางวงการเครื่องสำอางนิยมใช้ประทินผิวในประเทศเมียนมาให้ผิวหน้าเนียนกระจ่างใส ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากจะค้นพบว่า ทานาคามีอาร์บูตินซึ่ง Wangthong et al. (2010) ได้ดำเนินการศึกษาพบว่าทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Funayama et al. 2014) ได้พบว่า เบต้า อาร์บูติน ที่สกัดมาจากพืชสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ สำหรับประเทศไทยเองก็มีพืชประจำถิ่นที่อยู่ในวงศ์เดียวกับทานาคาคือมะขวิด

มะขวิดชื่อวิทยาศาสตร์ *Feronia limonia* (L.) Swing วงศ์ : Rutaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางอยู่ในกลุ่มไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตรสมัยโบราณใช้นำมาปรุงยาหลายตำรับ สุวรรณา จันคนา (2559) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียของใบมะขวิด พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ได้ซึ่งแนะนำให้ประชาชนสามารถนำใบมะขวิดมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคมาลาเรียได้และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของมะขวิด โดย จันทิมา นามโชติ และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทำการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดที่สกัดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แต่ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดนำเอามะขวิดมาศึกษาประสิทธิภาพยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่ามะขวิดนั้น มีอาร์บูตินที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้เช่นเดียวกัน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำส่วนของกิ่งและลำต้นมะขวิดซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยมาสกัดด้วยเอทานอลและนำสารสกัดเพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และศึกษาปริมาณของอาร์บูตินในสารสกัด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว เพราะโลชั่นเป็นเครื่องสำอางที่นิยมใช้ ซึ่งสามารถใช้บำรุงผิวได้กับทุกเพศทุกวัยทุกสีผิวและใช้บำรุงผิวได้ในทุก ๆ ฤดูกาลถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถทาผิวหนังได้เป็นบริเวณกว้างให้ความรู้สึกชุ่มชื้นไม่เหนอะหนะซึมซาบดีให้ความรู้สึกสบายผลวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าพืชพื้นเมืองของไทยและสามารถพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

เป้าหมาย

ด้านปริมาณ	ผู้เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ 30 คน
ด้านคุณภาพ	หลังอบรมผู้เข้าร่วมมีความพึงพอใจ และ มีความรู้เพิ่มขึ้น แตกต่างจากหลังอบรม โดยมีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.50 ขึ้นไป

สถานที่

ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลชีน้ำร้าย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

งบประมาณ

3,000 บาท

การดำเนินการ

1. สำรวจกลุ่มบุคคลที่จะเข้ารับการอบรม
2. เขียนโครงการอบรม
3. จัดเตรียมเอกสาร อุปกรณ์ สถานที่
4. ดำเนินการอบรม
5. ทดสอบความรู้ที่ได้รับ สำรวจความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรม
6. ประเมินผลและรายงานผล

การประเมินผล

1. การทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังอบรม
2. การตอบแบบสำรวจความพึงพอใจในการอบรม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.ผู้เข้าร่วมอบรมได้ควมรู้เพิ่มขึ้น มีความรู้เพิ่มขึ้นจากการอบรม

2.ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถทำโลชั่นได้

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางสาววันทนา ติดชัย นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

กำหนดการอบรม

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลงานวิจัย

เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

วันเสาร์ที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ณ. ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลชีน้ำร้ายอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

08.00-08.30 น.	ลงทะเบียน
08.30-09.00 น.	พิธีเปิด
09.00-09.30 น.	ผู้เข้าร่วมการอบรม ทำแบบทดสอบก่อนการอบรม
09.30-10.30น.	บรรยายความรู้เกี่ยวกับมะขวิด การทำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด
10.30-10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45-12.00 น.	ผลงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนส
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-15.00 น.	ปฏิบัติการ
15.00-15.15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.15-15.30 น.	ผู้เข้าร่วมอบรมทำแบบทดสอบหลังอบรมและประเมินความพึงพอใจ
15.30-16.00 น.	ปิดการอบรม

ภาคผนวก ฉ
ชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

เอกสารประกอบ

การอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

โดย

นางสาววันทนา ติดชัย

นักศึกษาปริญญาโท

หลักสูตรวิทยาศาสตรศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องมะขวิด

ภาพที่ 1 ลำต้นมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.htm

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Feronia limonia* (L.) Swing หรือ *Feronia limonia* (L.) Swingle

ชื่อวงศ์ : Rutaceae

ชื่อสามัญ : Wood applel, Ephant Apple, Monkey Fruit, Curd Fruit

ชื่ออื่นๆ : มะขวิด มะฟิด

มะขวิด เป็นต้นไม้ยืนต้นขนาดกลางอยู่ในกลุ่มไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตร

ภาพที่ 2 ใบมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

1.1 ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ออกตรงข้ามมี 2-3 คู่รูปไข่ มีใบย่อย 5-7 ใบ ออกเป็นกระจุกตามข้อและสลับกันไปตามกิ่ง ใบย่อยรูปรีแกมไข่ กลับยาวประมาณ 3-4 เซ็นติเมตร มีจุดต่อมน้ำมันเมื่อขยี้มีกลิ่นอ่อน ๆ มีสรรพคุณช่วยห้ามโลหิตระดูของสตรีและใช้ใบเป็นยาฝาดสมาน นำมาล้างน้ำตำพอกหรือทาแก้อาการฟกบวมปวดบวมช่วยรักษาฝีและโรคผิวหนังบางชนิดใบมะขวิดมีต่อมน้ำมัน เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์กำจัดเชื้อโรคจึงช่วยแก้อาการโรคผิวหนังได้และสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออหิวาตกโรคในหลอดทดลองด้วย นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยนำใบอ่อนคั้นเอาน้ำมาผสมนมและน้ำตาลทำเป็นลูกอมช่วยให้ระบบน้ำดีในร่างกายทำงานเป็นปกติเพื่อรักษาอาการผิดปกติให้เด็กกินแก้ท้องอืดท้องเฟ้อได้เช่นกันยางเหนียวของผลมะขวิดเมื่อตากแห้งแล้วป่นเป็นผงผสมน้ำผึ้งใช้กินรักษาโรคบิดและอาการท้องเสียในเด็ก หนามตามลำต้นนำมาบดรักษาการตกเลือดขณะมีประจำเดือนเปลือกนำมาเคี่ยวรวมกับเปลือกต้นจิกใช้รักษาแผล

ภาพที่ 3 ดอกมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

1.2 ช่อดอก ออกปลายยอดหรือซอกใบมีทั้งดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศ ออกที่ปลายกิ่ง หรือที่ซอกใบ ดอกย่อยเมื่อบานเต็มที่ขนาด 2-2.5 ซม. กลีบดอก 6 กลีบสีเหลืองอ่อนแต้มชมพู เกสรตัวผู้ มี 10-12 อัน ก้านชูเกสรส่วนโคนเชื่อมติดกัน อับละอองอวบอ้วนสีส้มแกมม่วง เกสรตัวเมีย 1 อัน รังไข่แบบเหนือชั้นวงกลีบ ยอดชูเกสรตัวเมียอ้วนใหญ่ทรงกระบอกปลายมนสีเขียว

ภาพที่ 4 ผลมะขวิด

ที่มา : ไพร มัทธวรัตน์. (2562). **มะขวิด**. สืบค้นจาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/ resources /herb feronia.html.

1.3 ผล มีเปลือกแข็งรูปกลมผิวมีลักษณะเป็นขุยสีออกขาว เมื่อแก่มีขนาด 8-10 เซ็นติเมตร ผลดิบต้มน้ำกับดีปลีและผสมน้ำผึ้งนำมาจิบบ่อย ๆ ช่วยลดอาการสะอึกหรือผลดิบอย่างเดียวใช้เป็นยาแก้ท้องร่วงไอและเจ็บคอได้ หรือใช้ผลดิบมาหั่นบาง ๆนำไปตากแห้งแล้วนำมาชงกับน้ำร้อนกินเป็นยาบำรุงธาตุในร่างกายบำรุงทำให้สดชื่นได้ ภายในผลมีเนื้อมีกลิ่นหอมมีเมล็ดจำนวนมาก มีเมือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีขนาดยาวประมาณ 0.5-0.6 เซนติเมตร เนื้อผลมะขวิดสุกมีสีน้ำตาลคล้ายสีมะขาม มีรสอมเปรี้ยวอมหวานกลิ่นหอม น่ารับประทาน ใช้รับประทานเป็นผลไม้ทำให้สดชื่นและมีคุณสมบัติเป็นยาบำรุงธาตุ เนื้อมะขวิดมีน้ำตาลหลายชนิดที่ร่างกายต้องการ เช่น อะราไบโนส (arabinose) ไซโลส (xylose) ดี-กลูโคลส (d-galactose) แรมโนส (rhamnose) และกรดกลูคิวโลนิต (glucuronic acid) และมีกากใยอาหารช่วยขับถ่ายสะดวกและมีวิตามินซีสูงด้วยจึงมีการนำมากินสด ๆ หรือนำไปทำน้ำผลไม้ทำแยมทาขนมปังกินกันรสอร่อยและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ผลจะสุกในช่วงของเดือนตุลาคม-ธันวาคม มะขวิดพบได้ในป่าธรรมชาติไปจนถึงประเทศมาเลเซีย เกาะชวา เกาะบาหลีประเทศอินโดนีเซียและพบว่ามีการนำไปปลูกเพื่อศึกษาในแคลิฟอร์เนียและฟลอริดาด้วยเนื่องจากเป็นต้นไม้ที่มีความทนต่อสภาพดินและภูมิอากาศต่าง ๆ ได้ดีและยังเติบโตได้ในเขตมรสุมหรือในเขตร้อนที่มีอากาศแห้งแล้งเป็นบางช่วงได้

1.4 ยาง จากลำต้นมะขวิดเป็นยาฝาดสมานจึงช่วยบรรเทาอาการท้องร่วงและห้ามเลือดได้และด้วยความเหนียวของยางหรือมีกัม (gum) จำนวนมากจึงนำมาใช้ประโยชน์ติดหรือเชื่อมต่อสิ่งของแบบเป็นกาวยางและใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาหรือสีในงานจิตรกรรมไทยในฤดูฝนจะมีน้ำยางจากลำต้นเป็นยางเหนียวใสออกมาจำนวนมากชาวอินเดียนิยมนำยางมาใช้ติดวัสดุและใช้เป็นส่วนผสมของสีน้ำสำหรับวาดรูปใช้ทำหมึกและสีย้อมต่าง ๆ เปลือกผลมีความแข็งสามารถนำมาทำเป็นภาชนะ

ใส่ของเนื้อไม้จากลำต้นมีสีเหลืองอมเทาเนื้อแข็งและหนักนิยมนำมาใช้เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ และนำมาแกะสลักเป็นงานศิลปะให้สีเนื้อไม้สวยงาม

1.5 เปลือกลำต้น ใช้แก้ฝีเปื่อยแก้บวมแก้อาการลงท้องตกโลหิตและแก้พยาธิ

พบว่าในบางท้องถิ่นนำเปลือกต้นมะขวิดมาบดละเอียดทำเป็นแป้งทาหน้านอกจากนี้ชาวอินเดียยังใช้มะขวิดเป็นยาบำรุงตับและหัวใจด้วย

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องทานาคา

ภาพที่ 5 ลำต้นทานาคา

ที่มา : Shutterstock. (2019). **Hesperethusa crenulata (roxb.) roem.** Retrived from https://www.shutterstock.com/search/hesperethusa+crenulata+(roxb.)+m.+roem.

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Limonia acidissima*, *Hesperethusa crenulata (Roxb.) Roem.*

ชื่อวงศ์ : Rutaceae

ชื่อสามัญ : Thanakha

ชื่ออื่นๆ : ทานาคา

เป็นไม้ต้นขนาดเล็กสูง 3 - 8 เมตร พบในเขตร้อนชื้นของเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยและเมียนมา ตามป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง Goldsberry, Dinner และ Hanke (2014) ทานาคาเป็นต้นไม้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประเทศสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา รวมทั้งอินเดียศรีลังกาชวาและปากีสถาน ชื่อสามัญทั่วไป sandalwood, wood-apple, elephant-apple, monkey fruit, curd fruit tree พืชมีหลายชื่อแตกต่างกันในภาษาต่าง ๆ ในเมียนมาถูกใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมานานกว่า 2,000 ปีซึ่งพบวิธีการนำฝนใช้กับผิวหน้าของราชวงศ์

หลักในประเทศเมียนมา ได้ถูกปรากฏในบทเพลงโบราณ เป็นวิธีการป้องกันแสงแดดแบบประเทศเมียนมา

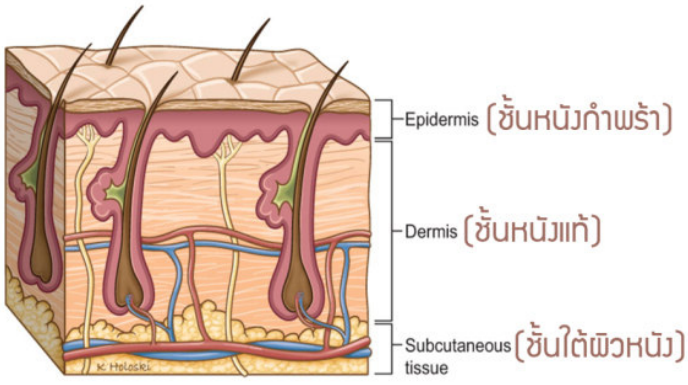
ปัจจุบันและได้พัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องสำอางขายทั้งในประเทศเมียนมา และประเทศใกล้เคียง พวกเธอจะฝนเนื้อไม้ที่มีสีขาวนวลจนถึงเหลืองกับน้ำเล็กน้อยบนแผ่นหินกลมที่มีร่องใกล้ขอบให้น้ำส่วนเกินไหลออกมา จะมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ใช้ทาผิวหนัง ทำให้ผิวเนียนสวย ลดความมันใบหน้า แต่ไม่ทำให้ผิวหน้าแห้ง ลดรอยเหี่ยวย่น ป้องกันผิวหน้าจากแสงแดด ป้องกัน และรักษาสิว ฝ้า

ขณะนี้มีการพัฒนารูปแบบของทานาคาให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตคนยุคนี้มากขึ้น โดยจะเห็นผลิตภัณฑ์ผงบดละเอียดนามาใช้ได้เลย ไม่ต้องฝนอย่างแต่ก่อน และมีการพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องสำอาง ครีม โลชั่น มาสก์ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย

3. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของผิว

ระบบผิวหนัง (Integumentary system) ผิวหนังเป็นเนื้อเยื่อหุ้มร่างกายที่อยู่ชั้นนอกสุด โดยผิวหนังของผู้ใหญ่ซึ่งจะมีเนื้อที่ประมาณ 3,000 ตารางนิ้ว มีความหนา 1–4 มิลลิเมตร ภายในชั้นผิวหนังมีปลายประสาทรับความรู้สึกจำนวนมาก เพื่อรับรู้การสัมผัส การกด ความเจ็บ และอุณหภูมิร้อนเย็น และหน้าที่สำคัญ ๆ อีกหลายอย่าง

3.1 โครงสร้างของผิวหนัง



ภาพที่ 6 โครงสร้างชั้นผิวหนัง

ที่มา : ธีรวัฒน์ สุวรรณี. (2559). **กลไกการทำงานผิวหนัง.** สืบค้นจาก http://www.idoctorhouse. com/library/physiology-skin/.

ผิวหนังแบ่งตามโครงสร้างออกได้เป็น 3 ชั้นคือ ชั้นหนังกำพร้า ชั้นหนังแท้ และชั้นเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง

3.1.1. ผิวหนังชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นบนสุด คลุมอยู่บนหนังแท้ มีความหนาตั้งแต่ 0.05 ถึง 5 มิลลิเมตร บริเวณที่บางสุดคือรอบดวงตา บริเวณที่หนาสุด คือ ฝ่าเท้า หนังกำพร้าประกอบด้วยเซลล์เรียงซ้อนกันเป็นชั้นบาง ๆ อีกจำนวน 5 ชั้นย่อย โดยเซลล์ชั้นในจะเลื่อนตัวดันเซลล์ชั้นบนสุด ให้หลุดเป็นขี้ไคลออกไป ผิวหนังชั้นนี้ไม่มีหลอดเลือด เส้นประสาท รวมถึงต่อมต่าง ๆ หากผิวหนังชั้นนี้ได้รับอันตราย เราจะไม่รู้สึกแต่อย่างใด ทั้งนี้หนังกำพร้าจะเป็นทางผ่านของรูเหงื่อ เส้นขนและไขมัน ชั้นนี้จะมีเซลล์เม็ดสี (Melanin) โดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละคน

3.1.2 ผิวหนังชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นล่างถัดจากชั้นหนังกำพร้า มี 2 ชั้นย่อย ๆ ซึ่งผิวหนังชั้นนี้จะประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลลาเจน อีลาสติน และตัวประสานเนื้อเยื่อไฮยารูรอน (Hyaluronic acid) ทำให้ผิวหนังมีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่น โดยมีหลอด-เลือดฝอย ปลายประสาทรับความรู้สึก ระบบประสาทอัตโนมัติควบคุมการทำงานของต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และรากขน/ผม กระจายอยู่ทั่วไปในชั้นหนังแท้ ผิวหนังชั้นนี้ยังทำหน้าที่ในการสร้าง ขน ผม และเล็บ ไปดูกันครับว่าชั้นนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง

3.1.3 ผิวหนังชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutis) อยู่ในสุดของชั้นผิวหนัง ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน คอลลาเจน หลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยง ความหนาของชั้นใต้ผิวหนังจะแตกต่างกันไปตามอวัยวะ และเพศ ผิวหนังชั้นนี้ช่วยในการรับแรงกระแทก เป็นฉนวนกันอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และยึดเหนี่ยวระบบผิวหนังไว้กับร่างกาย

3.2 หน้าที่ของผิวหนัง

3.2.1 ป้องกันและปกปิดอวัยวะภายในไม่ให้ได้รับอันตราย

3.2.3 ป้องกันเชื้อโรคไม่ให้เข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง

3.2.3 ป้องกันไม่ให้น้ำภายนอกซึมเข้าไปในร่างกาย และป้องกันน้ำในร่างกายไม่ให้ระเหยออก

3.2.4 ขับเหงื่อซึ่งเป็นของเสียออกจากร่างกาย ทางต่อมเหงื่อ

3.2.5 ช่วยรักษาอุณหภูมิร่างกาย ผ่านทางหลอดเลือดฝอย

3.2.6 รับความรู้สึกสัมผัส เช่น ร้อน หนาว เจ็บ เป็นต้น

3.2.7 สร้างวิตามินดีให้แก่ร่างกาย โดยแสงแดดจะเปลี่ยนไขมันเป็นวิตามินดี

4. ความรู้ทั่วไปเรื่องเอนไซม์ไทโรซิเนส

เอนไซม์ไทโรซิเนส จัดเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้าง เมลานิน หรือ เม็ดสี ซึ่งมีหน้าที่ปกป้องผิวจากสิ่งแวดล้อม เช่น แสงแดด ความร้อน ฝุ่นควัน แสงจากจอโทรศัพท์มือถือ แสงจากคอมพิวเตอร์ แสงจากหลอดไฟภายในบ้าน เป็นต้น ส่งผลกระทบให้เกิดเป็นเม็ดสีผิวที่เข้มขึ้น หรือที่เรียกว่า ผิวคล้ำ ฝ้า กระ

ภาพที่ 7 ผิวไหม้

ที่มา : อโรคา 108. (2562). **อันตรายจากแสงแดด รับมือโรคภัยจากแสงแดด วายร้ายทำลายผิว**. สืบค้นจาก https://www.pobpad.com/ผิวไหม้แดด-กับวิธีฟื้นฟู.

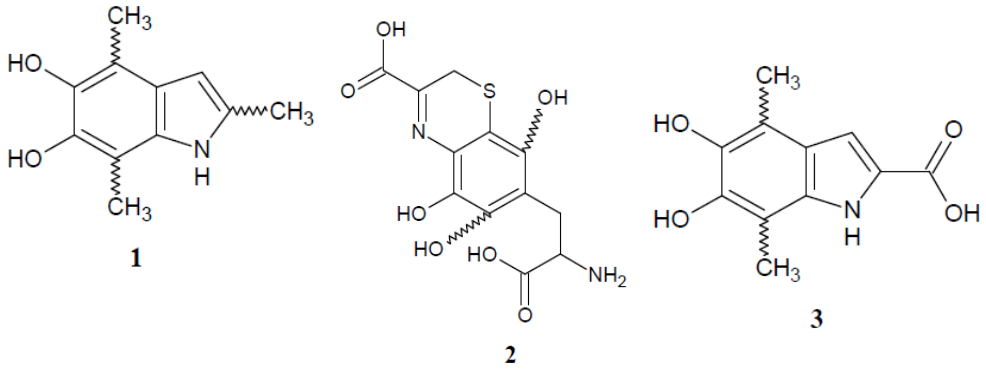
ภาพที่ 7 ฝ้าบนหน้า

ที่มา : Pandya, A. G. (2019). **Dermatology Education Melasma**. Retrived from http://skinofcolorsociety.org/dermatology- education/1406-2/.

5. เม็ดสีเมลานินการควบคุมเม็ดสีเมลานิน

เม็ดสีจากกระบวนการสร้างเม็ดสีมี 3 ชนิดได้แก่ เม็ดสีดำพบในคนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำ

1. เม็ดสีดำ (Eumelanin) พบมากในคนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำ
2. เม็ดสีแดงหรือสีเหลือง (Pheomelanin) พบในคนที่ผิวขาว
3. เม็ดสีน้ำตาล (Mixedmelanin, Brown melanin) พบในคนผิวคล้ำปานกลางถึงผิวขาว



ภาพที่ 8 ลักษณะโครงสร้างโมโนเมอร์ของเม็ดสี เม็ดสีดำ (1) เม็ดสีแดง หรือสีเหลือง (2) และเม็ดสีแบบผสม (3)

ที่มา : Nawo (นามแฝง). (2548). **UV Raiation และผลร้ายต่อผิว (2).** Retrived from http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=nawo&group=2.

ดังนั้นการป้องกันไม่ให้เกิดการสร้างเมลานินได้คือ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

การควบคุมเม็ดสีเมลานิน จากการศึกษาข้อมูลจากรายงานวิจัยพบว่า สารที่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้นั้นจะต้องมีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถจับกับอะตอม Cu ของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดี

สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มของสารประเภทฟีนอลิก ซึ่งมีความสามารถเป็น chelating agent โดยเข้าจับกับทองแดงซึ่งเป็นโคแฟกเตอร์ในโมเลกุลของเอนไซม์ไทโรซิเนสมีผลทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ตามปกติในการทดสอบมีการใช้แอล-โดปาเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์เป็นสารประกอบโดปาควิโนน (Dopaquinone) และถูกเปลี่ยนเป็นโดปาโครม ซึ่งมีสีส้มแดงสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตรเมื่อระบบในการทดสอบมีสารในการยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนสจะส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์สารโดปาโครมในปริมาณน้อยแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติในการยับยั้งการทำงาน

ของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารที่ใช้ในการทดสอบ (Chiari และคนอื่น ๆ , 2010) ทั้งนี้พบว่ามีทั้งสารที่ปลอดภัยและสารที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

6 สารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เป็นสารอันตราย

6.1 ไฮโดรควิโนน (Hydroquinone) คือ สารประกอบอโรมาติกในกลุ่มของสารฟีนอล (phenol) เป็นสารไวท์เทนนิ่งที่ดีที่สุดเห็นผลได้เร็ว กลไกการออกฤทธิ์ที่ทำให้ผิวขาวของสารกลุ่มนี้โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส นอกจากนี้พบว่า สารไฮโดรควิโนน มีความเป็นพิษโดยพบว่า มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และก่อมะเร็งในหนู สารไฮโดรควิโนน ถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับใบหน้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ตาม พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2535

คลินิกที่จ่ายยารักษาฝ้าโดยแพทย์ ยังสามารถจ่ายให้ผู้ป่วยได้ตามความเหมาะสมตามดุลยพินิจของแพทย์ เพราอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงจากการใช้ได้ เริ่มจาก อาการระคายเคืองต่อผิว เกิดจุดด่างขาวที่หน้า ผิวหน้าดำ เป็นฝ้าถาวร รักษาไม่หาย เกิดเป็นโรคผิวหนัง เกิดตุ่มนูนสีดำ หากใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 6 เดือน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อภายในผิวหนังทำให้เกิดเป็นฝ้าถาวรสีน้ำเงินอมดำได้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ผิวหนังมีการปรับตัวให้สร้างเม็ดสีมากขึ้น รวมทั้งเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งผิวหนังได้

ภาพที่ 9 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารไฮโดรคิโนนปริมาณสูง

ที่มา : Biohope Cosmeceutical Formulation .(2019). **อันตรายจากสารไฮโดรคิวโนน.** Retrieved from http://www.biohopethai.com/อันตราย-จากสาร-ไฮโดรคิวโนน.

ความเป็นพิษของ Hydroquinone

- เป็นพิษกับเซลล์เมลาโนไซต์มาก (Melanocyte Cytotoxicity)
- ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ใน Salmonella และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์
- ทำให้เซลล์ที่ผลิตเม็ดสีเสียหายไปอย่างถาวรซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคด่างขาว
- ก่อให้เกิดการระคายเคืองได้หากใช้อย่างไม่ระวัง ทำให้ผิวหน้าแดงและหน้าดำในที่สุด
- ใครที่จะใช้ Hydroquinone ก็ควรทำตามคำแนะนำของแพทย์อย่างเคร่งครัด และควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่จะก่อการระคายเคืองของผิว
- ควรอยู่ในการดูแลของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางผิวหนัง เนื่องจากสารนี้ทำให้ผิวไวต่อแสงได้

ผลข้างเคียงจากการใช้ : อาการแสบร้อน ตุ่มแดง และภาวะผิวคล้ำมากขึ้นในบริเวณที่ทา หากใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดเป็นฝ้าถาวร เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งผิวหนัง ผู้ที่ได้รับยานี้เกินขนาดตัวยาจะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและสามารถกระตุ้นให้ร่างกายมีอาการสั่นหรือเกิดภาวะลมชักหรือกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ยาได้

6.2 ปรอท (mercury) ปรอท (mercury) สารปรอทที่ใช้อยู่ในรูปของไดวาเลนซ์-แคทไอออน จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสทำให้การสร้างเม็ดสีเมลานินลดลง ผิวจึงขาว ปรอทมีผลเสียต่อผิวในระยะยาว มีการตรวจสอบคุณภาพจากหลายหน่วยงาน พบว่า จำนวนถึงร้อยละ 20 ของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่มีสารปรอทในปริมาณสูงปนอยู่ในระดับหลายพันถึงหลายหมื่นส่วนในล้านส่วน ปรอทถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ลำดับที่ 221 ตามที่ปรากฏในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอน พิเศษ 80 ลงวันที่ 12 พฤษภาคม 2551

ภาพที่ 10 ผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารปรอทปริมาณสูง

ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้ : สารประกอบของปรอททำให้เกิดการแพ้ ผื่นแดง ผิวหน้าดำ เกิดฝ้าถาวร ผิวบางลง และเมื่อใช้ติดต่อกัน เป็นเวลานานจะทำให้เกิดพิษสะสมของสารปรอทในผิวหนังและดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ทำให้ตับและไตอักเสบ เกิดโรคโลหิตจาง ทางเดินปัสสาวะอักเสบ อีกทั้งในสตรีมีครรภ์ปรอทจะดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และไปสู่ทารก ทำให้เด็กมีสมองพิการและปัญญาอ่อน

6.3 สเตียรอยด์ (Steroid) เสตียรอยด์มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างสารเคมีสื่อกลาง(mediators) เช่น โพรสตาแกรนดินและลิวโคไตรอีน(leukotriene) ที่ใช้ในการการสร้างเม็ดสี (melanin) ทำให้ปริมาณเม็ดสีลดลงส่งผลให้ผิวขาวขึ้น สเตียรอยด์เป็นสารที่ ห้ามใส่ในเครื่องสำอาง สเตียรอยด์ เป็นสารที่ห้ามใส่ในเครื่องสำอาง มักใช้เป็นสูตรผสมกับยาตัวอื่น เช่น ไฮโดรควิโนน หรือ เรตินอยด์ ในการรักษา ฝ้า กระ และจุดด่างดำ เสตียรอยด์ช่วยในการเสริมฤทธิ์ และช่วยลดอาการข้างเคียงของไฮโดรควิโนน และ เรตินอยด์ ได้ดี

ภาพที่ 11 ภาพแสดงผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีสารสเตียรอยด์ปริมาณสูง
ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้ : การใช้ยาทาเสตียรอยด์ในความเข้มข้นสูงใช้ผิดวิธี และใช้เป็นระยะเวลานานต่อเนื่องอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงทั้งภายนอกและภายในร่างกาย เช่น ผดผื่นขึ้นง่าย ผิวหน้าบาง ทำให้มลภาวะสารพิษจากภายนอกเข้าสู่ผิวหนังชั้นแท้ได้ง่ายขึ้น และเห็นเส้นเลือดแดงตามใบหน้าชัดขึ้นการใช้ยาทาสเตียรอยด์เป็นระยะเวลานาน คือ ผิวมีลักษณะเป็นตุ่มผดผื่น หน้าบางและไวต่อแสง

6.4 กรดเรติโนอิก (Retinoic) เรตินอยด์ (Retinoids) มีผลรบกวนกระบวนการสร้างเม็ดสี โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คือกระตุ้นการแบ่งเซลล์และเร่งการผลัดเซลล์ของผิวในชั้นอิพิทีเรียลเยื่อบุผิว (Epitherial) ช่วยให้สิวเสี้ยนและผิวหนังที่หยาบกร้านหลุดลอกออกง่าย ขึ้นทำให้ผิวผ่องใสและนุ่มเนียน โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับ สารไฮโดรควิโนน จะช่วยให้ สารไฮโดร-ควิโนน ซึมเข้าสู่ผิวหนังและออกฤทธิ์ได้มากกว่าปกติ ความเป็นพิษ คือ ทำให้หน้าแดง และแสบร้อนรุนแรง เกิดการระคายเคือง อักเสบ แพ้แสงแดดหรือแสงไฟได้ง่าย เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์ กรดเรทิโนอิกถูกกำหนดเป็นสารห้ามใช้ในเครื่องสำอาง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 และเป็นสารห้ามใช้ลำดับที่ 375 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ตามที่ปรากฏใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 80 ลงวันที่ 12 พฤษภาคม 2551

ภาพที่ 12 ภาพแสดงผลข้างเคียงจากการใช้ครีมที่มีเรตินอยด์ในปริมาณสูง

ที่มา : คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ฝ่ายเภสัชกรรม. (2562). **อันตรายจากสารต้องห้ามในเครื่องสำอาง**. สืบค้นจาก https://med.mahidol.ac.th/ramapharmacy/th /knowledge/general/04072016-2055-th.

ผลข้างเคียงจากการใช้ : กรดเรทิโนอิกอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองผิวหนัง ผิวหน้าลอก อักเสบ แพ้แสงแดดได้ง่าย อาจเกิดภาวะผิวด่างขาวหรือผิวคล้ำได้ชั่วคราวและอาจเป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์

วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นทั้งหมด

หลังใช้หากมีอาการคันหรืออักเสบให้หยุดการใช้ และกลับไปพบแพทย์ ไปโรงพยาบาลเพื่อประเมินแนวทางการรักษาใหม่

7. ความรู้ทั่วไปของอาร์บูติน

อาร์บูติน เป็นอนุพันธ์ไกลโคไซด์ของไฮโดรควิโนน ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการเครื่องสำอาง เพราะเป็นสารยับยั้งไทโรซิเนสสารจากธรรมชาติ มณฑิรา อินทพิบูลย์ และวัชรี คุณกิตติ (2551) ซึ่งมีทั้งหมด 2 กลุ่ม

7.1 อาร์บูตินที่สกัดได้จากพืช

7.1.1 เบต้า อาร์บูติน (Beta-arbutin)

ชื่อวิทยาศาสตร์: Hydroquinone-beta-D-glucoside

ชื่อสามัญ: Beta-arbutin

ชื่ออื่นๆ: เบต้า อาร์บูติน

สกัดมาจากผล, เปลือก, ใบและส่วนต่างๆของพืชหลายชนิดซึ่งพืชเหล่านี้ส่วนมากพบในเมืองหนาว เช่น Bearberry, Blueberry, Cranberry, Mulberry

7.2 อาร์บูตินที่ได้การเคมีสังเคราะห์ในส่วนประกอบมี 2 ชนิด

7.2.1 อัลฟ่า อาร์บูติน (Alpha-arbutin)

ชื่อวิทยาศาสตร์: Hydroquinone O-α-D-Glucopyranoside

ชื่อสามัญ: Alpha-arbutin

ชื่ออื่นๆ: อัลฟ่า อาร์บูติน

7.2.2 ดีออกซี่ อาร์บูติน (Deoxy-arbutin)

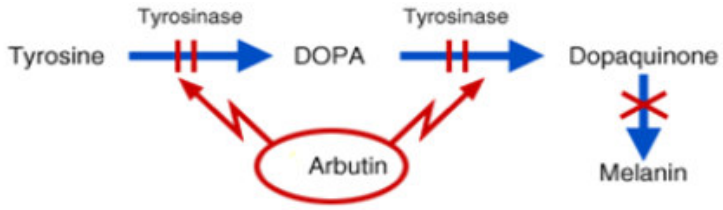
ชื่อวิทยาศาสตร์: 4-[(Tetrahydro-2H-pyran-2-yl)oxy] phenol

ชื่อสามัญ: Deoxy -arbutin

ชื่ออื่นๆ: ดีออกซี่ – อาร์บูติน

สสารทั้งสองตัวนั้นทำหน้าที่ได้ดีกว่าอาร์บูตินตัวเดิมทั้งคู่ ทั้งในเรื่องการทำให้ผิวขาวสว่างใสขึ้น โดยการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างอาร์บูตินประเภท Alpha และ Deoxy นั้นยังไม่มีผลออกมาแน่ชัดว่าตัวไหนดีกว่ากัน และมีข้อดีข้อเสียต่างกันอย่างไร และจากผลสำรวจพบว่าผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของทั้งคู่นั้นให้ผลคล้ายกันคือให้ผลลัพท์ทางด้านผิวพรรณดีกว่า เบต้า-อาร์บูติน, Vitamin C, AHA, Kojic และปลอดภัยกว่า Hydroquinone นั้นไม่ผ่านการรับรองทางการแพทย์เนื่องจากเกิดการระคายเคืองได้ง่ายและเป็นอันตรายต่อผิวหนังของมนุษย์ในการใช้ระยะยาวในบางประเทศถือว่าสสารตัวนี้เป็นสารพิษและผิดกฎหมาย

การทำงานของอาร์บูติน



ภาพที่ 14 การทำงานของอาร์บูติน

ที่มา : Byextract .(2019). **Arbutin, Alpha Arbutin, Beta Arbutin**. Retrieved from https://www.buyextracts.com/arbutin-alpha-arbutin-beta-arbutin.

การทำงานของอาร์บูตินทำหน้าที่ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซีน และโดปาในกระบวนการออกซิเดชั่น (การสร้างอนุมูลอิสระ) ซึ่งเป็นผลเสียโดยตรงต่อผิวพรรณโดยไม่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ ช่วยฟื้นฟูเมตาบอลิซึมของผิวที่ไหม้แดดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และต้านแบคทีเรียค้นพบว่าในทางการแพทย์อาร์บูตินจัดเป็นตัวเลือกในการทำให้ผิวขาวกระจ่างใสที่ได้ผลดีและปลอดภัยมากที่สุดในขณะนี้ (Leslie, 2002)

ข้อดี : ช่วยให้ขาวกระจ่างใสได้อย่างมีประสิทธิภาพเห็นผลชัดเจนในระยะเวลาไม่นาน ไม่ส่งผลเสียในเรื่องทำให้ผิวบางผิดกับกรดหรือสารทำให้ผิวขาวกระจ่างใสตัวอื่นๆ

ข้อเสีย : ถ้าใส่เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางในปริมาณที่เยอะเกินไปอาจเกิดผลกระทบในการใช้ระยะยาวหาได้ยากต้นทุนมีราคาสูงทำให้เครื่องสำอางมีราคาสูงขึ้น

8 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอางตาม พรบ. เครื่องสำอางของกระทรวงสาธารณสุข

8.1 ความหมายของเครื่องสำอาง

พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558 ตามมาตร ๔ ได้ให้ความหมายของเครื่องสำอางว่า เครื่องสำอาง หมายความว่าเครื่องสำอางมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานทั้งหมด 3 ข้อ

(1) วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดกับส่วนภายนอกของร่างกายมนุษย์ และให้หมายความรวมถึงการใช้กับฟันและเยื่อบุในช่องปาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ปรากฏ หรือระงับกลิ่นกาย หรือปกป้องดูแลส่วนต่าง ๆ นั้น ให้อยู่ในสภาพดี และรวมตลอดทั้งเครื่องประทิ่นต่าง ๆ สำหรับผิวด้วย แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย

(2) วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางโดยเฉพาะ

(3) วัตถุอื่นที่กำหนดโดยกฎกระทรวงให้เป็นเครื่องสำอาง

8.2 ความรู้เกี่ยวกับ ประกาศของกระทรวงสาธารณสุขด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ตาม เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ. 2558 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องกำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ. 2559

1) เครื่องสำอางที่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคดังต่อไปนี้

ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างแท่ง aerobic เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Pseudomonadaceae สามารถเคลื่อนที่ได้โดย flagellum 1 เส้นที่ติดอยู่ตรงหัว ปกติจะพบกระจายในดิน น้ำ ขยะ หรือในพืช และเป็นnormal flora ในลำไส้*คน Pseudomonas aeruginosa* สามารถทำให้เกิดโรคในคนได้ รวมทั้งสัตว์ แมลง และต้นไม้ได้บ้าง

สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) เป็นแบคทีเรียชนิด facultative anaerobic กรัมบวก รูปกลม เป็นส่วนหนึ่งของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อประจำถิ่นในผิวหนัง และโพรงจมูก ก่อให้เกิดโรค โรคอาหารเป็นพิษผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง อ่อนเพลีย ในรายที่รุนแรงมีอาการ ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ความดันโลหิตเปลี่ยนแปลง ผู้ป่วยที่มีอาการไม่รุนแรงจะดีขึ้นภายใน 3 วัน การตรวจหาสารพิษในอาหารที่สงสัย เชื้อ *S. aureus* ที่แยกได้จากอาหารผู้ป่วย และ/หรือ ผู้ปรุง/ผู้สัมผัสอาหาร จะช่วยหาสาเหตุของการก่อโรคได้ อาการของโรคขึ้นอยู่กับความต้านทานแต่ละคน ระยะฟักตัวของโรคใช้เวลา 2-4 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างจากอาหารเป็นพิษหรือโรคติดเชื้อชนิดอื่นๆ ที่มีระยะฟักตัวนานกว่านี้ อาการขั้นแรกที่พบคือ ผู้ป่วยจะมีน้ำลายออกมามากผิดปกติ คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย บางรายที่มีอาการมากอาจพบเลือดและมูกในอุจจาระ บางรายปวดศีรษะ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว เหงื่อออก หนาวสั่น ชีพอ่อน และช็อค มักพบว่ามีไข้ต่ำๆ มากกว่าไข้สูง อาการจะคงอยู่ 1-2 วันก็หายโดยไม่ต้องรักษา

แคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) เป็นยีสต์ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคประเภทเชื้อฉวยโอกาสในคนประเภทยีสต์ที่พบได้ตามปกติในระบบทางเดินอาหารและช่องคลอด ระดับของแคนดิดาจะถูกควบคุมด้วยระบบภูมิคุ้มกันและโพรไบโอติกแบคทีเรียจุลชีพไม่ก่อโรคที่เป็นประโยชน์ (probiotic bacteria) ในร่างกาย หากโพรไบโอติกแบคทีเรียถูกกำจัดโดยยาปฏิชีวนะหรือหากระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอลงยีสต์แคนดิดาจะเพิ่มจำนวนอย่างไร้การควบคุม การติดเชื้อเฉพาะที่ เช่น เชื้อราในช่องปาก การติดเชื้อราที่ผิวหนัง และในช่องคลอดอาจเกิดขึ้นในคนที่ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนประสิทธิภาพอย่างมาก เช่น ผู้ป่วยโรคมะเร็งหรือเอดส์ อาจเกิดการติดเชื้อแคนดิดา ชนิดแพร่กระจายเป็นภาวะทางการแพทย์ที่รุนแรง คือการติดเชื้อแคนดิดาในกระแสเลือด (systemic candidiasis) แพทย์แผนทางเลือกบางคนเชื่อว่าการเพิ่มจำนวนอย่างไร้การควบคุมของยีสต์ Candida albicans ในลำไส้ ทำให้เกิดภาวะเชื้อราในลำไส้ (yeast syndrome) ซึ่งทำให้เกิดอาการ

เช่น อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ อารมณ์แปรปรวน เยื่อบุไซนัสบวม ซึมเศร้า ความจำไม่ดีและไม่มีสมาธิ และอยากของหวาน ยีสต์แคนดิดาที่มากเกินไปในลำไส้อาจผ่านออกมาจากผนังลำไส้ ทำให้เกิดการดูดซึมสารที่ร่างกายไม่ต้องการและยีสต์เข้าสู่ร่างกายที่เชื่อว่าเศษชิ้นส่วนของยีสต์ที่ถูกดูดซึมเข้าร่างกายไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิดภาวะภูมิไวเกิน (allergic hypersensitivity) ต่อแคนดิดา

คลอสตริเดียม (*Clostridium* spp.) (เฉพาะเครื่องสำอางผสมสมุนไพร) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) อยู่ในวงศ์เดียวกับ Bacillus และ Desulfotomaculum Clostridium มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shape) สร้างสปอร์ (spore forming bacteria) ไม่ต้องการอากาศเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร (microbial spoilage) สามารถสร้างกรดบิวทิริก (butyric acid) ได้ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ และบางสายพันธุ์ มีเอนไซม์ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า โรคมีระยะฟักตัว นานประมาณ 8- 24 ชั่วโมง หลังจากการบริโภคอาหาร ทำให้เกิดอาการปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย มีก๊าซ มีไข้ คลื่นไส้ อาเจียน โรคมักเกิดจากการบริโภคเชื้อเข้าไป จำนวนประมาณ ล้านเซลล์ต่อกรัมของอาหาร และเชื้อจะปล่อยสารพิษในลำไส้ระหว่างเซลล์กำลังสร้างสปอร์ เป็นผลทำให้มีการสะสมน้ำในลำไส้ สารพิษชนิดนี้ไม่ค่อยทนความร้อน คือ จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

2) เครื่องสำอางที่ใช้สำหรับทาบริเวณรอบดวงตาเครื่องสำอางที่สัมผัสเยื่อบุอ่อนและเครื่องสำอางสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปีที่ตรวจพบจำนวนรวมของแบคทีเรียยีสต์และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total aerobic plate count) มากกว่า 500 โคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไป

3) เครื่องสำอางอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากที่กำหนดใน (2) ที่ตรวจพบจำนวนรวมของแบคทีเรียยีสต์และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total aerobic plate count) มากกว่า 1,000 โคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไป

9. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลชั่น

เสาวนีย์ กระสานติสุข และหทัยชนก รุณรงค์ (2549) โลชั่น (Lotion) เป็นอิมัลชั่นที่มีความหนืดต่ำเพราะมีวัฏภาคภายนอกใน ปริมาณที่สูง วัตภาคภายในมักไม่เกิน 35 % เป็นรูปแบบที่พบมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ทาผิว โดยเฉพาะผิวหนังที่มีบริเวณกว้าง เพราะทาแล้วชุ่มชื้นไม่เหนอะหนะ ดูดซึมดี ให้ความรู้สึกสบาย โลชั่นอาจใช้สารเพิ่มความหนืด (thickening agent) ในวัตภาคน้ำให้หนืดขึ้นได้ แต่ยังคงเป็นของเหลวที่ไหลได้

อิมัลชั่น (Emulsion) หมายถึง dispersed system ที่ประกอบด้วยของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิดแบ่งเป็นสองวัฏภาค คือ วัตภาคภายในและวัฏภาคภายนอกจะไม่กระจายตัวเข้าหากันหรือไม่ละลายในกันและกัน เช่นน้ำและน้ำมัน น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ น้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์

หรือตัวทำลายอินทรีย์ทั้ง 2 วัฏภาค โดยการที่จะนำของเหลวทั้งสองวัฏภาคกระจายตัวเข้าหากันจนเป็นเนื้อเดียวกันโดยอาศัยสารตัวที่สามซึ่งก็คือสารก่ออิมัลชั่น ส่วนประกอบของอิมัลชั่นผลิตภัณฑ์รูปแบบอิมัลชั่นมีส่วนประกอบหลักสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. วัฏภาคน้ำ Water Phase ได้แก่ น้ำ และสารต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ละลายได้ในน้ำอาจเป็นสารเพิ่มความหนืด เช่น Acacia, Veegum, Methylcellulose, Carbopol สารฮิวเมกแตนต์ เช่น Glycerin, propylene glycol หรือglycol ทั้งหลายสารกันเสีย เช่น Methylparaben, Sodium benzoate สารลดแรงตึงผิว เช่น Tween, Sodium lauryl sulfate สีที่ละลายน้ำสารต้านอ๊อกซิเดชั่น เช่น Sodium metabisulfite นอกจากนี้อาจเป็นสารออกฤทธิ์อื่นที่ละลายน้ำได้ เช่น Cetyl pyridinium chloride, Benzalkonium chloride เป็นต้นสารต่าง ๆ เหล่านี้อาจเติมลงในวัฏภาคน้ำได้ทั้งสิ้นแล้วแต่ส่วนประกอบของสูตรในผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

2. วัฏภาคน้ำมัน Oil Phase ได้แก่น้ำมันต่าง ๆ เช่น Olive oil, Mineral oil, Castor oil ไขมัน เช่น Stearyl alcohol, Stearic acid, Cetyl alcohol, Lanolin ไขแข็ง เช่น Bee wax, Paraffin wax, Carnauba wax สีที่ละลายในน้ำมันน้ำหอมต่าง ๆ สารกันหืน เช่น BHT, BHA สารลดแรงตึงผิว เช่น Span, Emulgin C 1000 หรือสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ เช่น ฮอร์โมนวิตามินเป็นต้น ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบในสูตรของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

3. ตัวทำอิมัลชั่น Emulsifier ได้แก่สารลดแรงตึงผิว เช่น Tween, Span, Sodium lauryl sulfate คอลอยด์ที่ชอบน้ำ เช่น Acacia, Gelatin ของแข็งอนุภาคละเอียด เช่น Bentonite, Colloidal magnesium aluminium silicate เป็นต้นตัวทำอิมัลชั่นเป็นตัวสำคัญในการผสมผสานให้วัฏภาคน้ำและน้ำมันเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้

11. ความรู้เกี่ยวกับงานวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบมะขวิด (*Feronia limonia* (L.) Swing) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนส

มะขวิดเป็นไม้ยืนต้นวงศ์เดียวกับทานาคาที่ใช้ประทินผิวของชาวพม่า ทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเป็นเอนไซม์ซึ่งใช้ในการสร้างเม็ดสีเมลานินบนผิวทำให้เกิดผิวคล้ำ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการ 1) สกัดสารสกัดหยาบ กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และ ทานาคา ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย จากนั้นคำนวณหาร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบ 2) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสในสารสกัดหยาบส่วนของกิ่ง และลำต้น มะขวิด ด้วยวิธี Dopachom 3) คัดเลือกส่วนของสารสกัดเพื่อหาปริมาณอาร์บูติน และพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ผลงานวิจัย

1. การสกัดสารสกัดหยาบจาก ทานาคา กิ่งมะขวิด และ ลำต้นมะขวิด ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย พบว่า ให้ผลร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิตรวมของสารสกัดหยาบจากทานาคา กิ่งมะขวิด และ ลำต้นมะขวิด ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย

ส่วนของพืช	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (g)	ร้อยละผลผลิตรวม (%)
กิ่งมะขวิด	6,000	56.43	9.40
ลำต้นมะขวิด	6,000	79.61	13.26
ทานาคา	6,000	49.62	8.27

จากตารางที่ 1 การทดลองสกัด สารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย พบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดที่ได้มีลักษณะกึ่งแข็งสีน้ำตาลเข้ม มีน้ำมันสีเหลืองซึมอยู่โดยรอบ มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 56.43 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 9.40 และสารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิดที่สกัดได้นั้นมีลักษณะของกึ่งแข็งสีน้ำตาล มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 79.61 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 13.26 สารสกัดหยาบจาก ทานาคาที่ได้มีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาลอ่อน ๆ มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 49.62 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตรวมเท่ากับ 8.27

2. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล แสดงดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล เทียบกับสารมาตรฐาน กรดโคจิก

ตัวอย่าง	Conc.(µg/ml)	% Scavenging	IC_{50}(mg/ml)
สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด	62.5	32.61	0.27
	125	42.29	
	250	51.97	
	500	70.25	
	1,000	78.85	
สารสกัดหยาบจากลำต้นมะขวิด	62.5	37.99	0.16
	125	46.59	
	250	58.78	
	500	74.91	
	1,000	85.06	
สารสกัดหยาบจากทานาคา	62.5	35.84	0.15
	125	47.67	
	250	63.44	
	500	79.56	
	1,000	92.11	
กรดโคจิก	62.5	44.08	0.06
	125	52.32	
	250	63.79	
	500	80.28	
	1,000	97.84	

จากตารางที่ 2 ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และทานาคา ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล พบว่ามีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดี โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.27 0.16 และ 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิกมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.06 เมื่อนำค่า IC_{50} ไปเปรียบเทียบโดยใช้ทดสอบสถิตินอนพาราเมทริกซ์โดยใช้สถิติครูสคัล-วิลลิส พบว่า สารสกัดหยาบจาก กิ่งมะขวิด ลำต้นมะขวิด และ

ทานาคาพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกส่วนของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดไปวิเคราะห์ปริมาณอาร์บูติน เนื่องจากกิ่งมะขวิดหาง่าย เมื่อตัดแล้วสามารถแตกกิ่งได้อีก แต่ถ้าใช้ส่วนลำต้นจะต้องตัดลำต้นมะขวิดซึ่งกว่าจะเติบโตต้องใช้เวลานาน

ผู้วิจัยเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสระหว่าง กิ่ง และ ลำต้น แล้ว ไม่แตกต่างกัน ประกอบกับกิ่งมะขวิดสามารถหาง่ายกว่า จึงคัดเลือกสารสกัดในส่วนของกิ่งเพื่อหาปริมาณอาร์บูตินเทียบกับสารสกัดทานาคาพบว่าได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณของสารอาร์บูตินในสารสกัดจาก กิ่งมะขวิด ทานาคา เมื่อเทียบสารมาตรฐานอาร์บูติน ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ตัวอย่าง	**ปริมาณสารอาร์บูตินในสารตัวอย่าง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)**
สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	0.062
สารสกัดหยาบทานาคา	0.206

จากตารางที่ 3 คือปริมาณสารอาร์บูตินที่วิเคราะห์ได้ในสารตัวอย่างสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัม/มิลิลิตร สารสกัดหยาบทานาคาเท่ากับ 0.206 มิลลิกรัม/มิลิลิตร

จำนั้นผู้วิจัยได้นำส่วนของการสกัดหยาบกิ่งมะขวิดไปพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นทาบำรุงผิว ผลการศึกษาความคงตัวของโลชั่นมะขวิดทางกายภาพ มีความคงตัวที่ดี และความคงตัวทางเคมีหลังการทดสอบภายใต้สภาวะเร่ง มีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.25 – 7.55 ผลของการทดสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ของโลชั่นมะขวิด ไม่พบแบคทีเรีย และราเป็นไปตามมาตรฐานเครื่องสำอาง ดังนั้นสารสกัดหยาบมะขวิดมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และส่วนของสารสกัดหยาบจากส่วนของกิ่งสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางโลชั่นบำรุงผิว

ปฏิบัติการ
การทำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

หลักการและเหตุผล

ส่วนใหญ่ของปัญหาผิวคล้ำเสีย เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเลต หรือ รังสียูวี อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ต้นกำเนิดเกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่ และ เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น อาทิ จอมือถือ จอโทรทัศน์ หลอดไฟ ทำให้รังสียูวีมีอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน คนส่วนใหญ่คิดว่าการที่รังยูวีจะทำร้ายผิวให้คล้ำเสียได้นั้น ต้องอยู่ท่ามกลางแดดร้อนจัดเท่านั้น จึงป้องกันผิวจากแสงแดดด้วยการใส่เสื้อแขนยาว ทาครีมกันแดด กลางร่มเวลามีกิจกรรมกลางแดด ซึ่งความเป็นจริงแล้วแม้ยูวีเพียงเล็กน้อยสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินบนผิวเราได้

ไทโรซิเนส เป็นเอนไซม์พบได้ทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพืชและสัตว์สำหรับมนุษย์ ทำหน้าที่ในการสร้างเม็ดสีเมลานินพบมากบริเวณผิวหนัง เพื่อปกป้องผิวจากสภาวะสิ่งแวดล้อม การมีเมลานินสะสมที่ผิวหนังจำนวนมาก ๆ ทำให้ผิวคล้ำ ฝ้า กระ (พัชรี ขุนหลัด และคนอื่น ๆ , 2551) ด้วยเหตุนี้จึงต้องการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เพื่อลดการเกิดผิวคล้ำเสีย ฝ้า กระ ด้วยสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นั้นยกตัวอย่าง เช่น อาร์บูติน ซึ่งเป็นสารในหมวดไวท์เทนนิ่งที่เป็นอนุพันธ์ของสารพวกไฮโดรคิวโนน มีหน้าที่ไปช่วยยับยั้งการออกซิเดชั่นของเอนไซม์ในร่างกาย (Maeda & Fukuda, 1996) อาร์บูตินมาจาก 2 แหล่ง คือ สังเคราะห์จากไฮโดรควิโนน และสกัดจากพืช Kanlayavattanakul & Lourith. (2018) ได้กล่าวว่าพืชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพให้ผิวขาวกำลังได้รับความสนใจในหมู่ผู้บริโภคและนักวิจัยเพราะเป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยกว่าสารสังเคราะห์ จึงมีการศึกษาและสกัดอาร์บูตินในพืชเพื่อใช้ในธุรกิจเครื่องสำอางมากขึ้น Lourith et al. (2012) ได้ค้นพบว่า ทานาคามีสารอาร์บูตินอยู่ประมาณ 0.750%±0.414 ของน้ำหนักสารสกัดหยาบ

ทานาคาชื่อวิทยาศาสตร์ *Limonia acidissima L.* หรือ *Hesperethusa crenulata (Roxb.)* Roem. วงศ์ : Rutaceae ผงทานาคาเป็นที่รู้จักกันดีในทางวงการเครื่องสำอางนิยมใช้ประทินผิวในประเทศเมียนมาให้ผิวหน้าเนียนกระจ่างใส ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากจะค้นพบว่า ทานาคามีอาร์บูตินซึ่ง Wangthong et al. (2010) ได้ดำเนินการศึกษาพบว่าทานาคามีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Funayama et al. 2014) ได้พบว่า เบต้า อาร์บูติน ที่สกัดมาจากพืชสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ สำหรับประเทศไทยเองก็มีพืชประจำถิ่นที่อยู่ในวงศ์เดียวกับทานาคาคือมะขวิด

มะขวิดชื่อวิทยาศาสตร์ *Feronia limonia* (L.) Swing วงศ์ : Rutaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางอยู่ในกลุ่มไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตรสมัยโบราณใช้นำมาปรุงยาหลายตำรับ สุวรรณา จันคนา (2559) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียของใบมะขวิด พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ได้ซึ่งแนะนำให้ประชาชนสามารถนำใบมะขวิดมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคมาลาเรียได้และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของมะขวิด โดย จันทิมา นามโชติ และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทำการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดที่สกัดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แต่ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดนำเอามะขวิดมาศึกษาประสิทธิภาพยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่ามะขวิดนั้น มีอาร์บูตินที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้เช่นเดียวกัน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำส่วนของกิ่งและลำต้นมะขวิดซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยมาสกัดด้วยเอทานอลและนำสารสกัดเพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และศึกษาปริมาณของอาร์บูตินในสารสกัด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว เพราะโลชั่นเป็นเครื่องสำอางที่นิยมใช้ ซึ่งสามารถใช้บำรุงผิวได้กับทุกเพศทุกวัยทุกสีผิวและใช้บำรุงผิวได้ในทุก ๆ ฤดูกาลถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถทาผิวหนังได้เป็นบริเวณกว้างให้ความรู้สึกชุ่มชื้นไม่เหนอะหนะซึมซาบดีให้ความรู้สึกสบายผลวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าพืชพื้นเมืองของไทยและสามารถพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทำผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

วัสดุและอุปกรณ์

พืชสมุนไพร สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิด

สารเคมี

พาส	ชื่อสาร	หน้าที่
วัฏภาคน้ำ	1. น้ำสะอาด (Water)	ตัวทำละลาย
	2. คาร์โบเมอร์ (Carbomer)	ตัวสร้างเนื้อในตัวทำละลายน้ำ
	3. อีดีทีเอ (EDTA)	สารจับประจุในน้ำ
วัฏภาคน้ำมัน	4. เล็กซามอล (Lexemul)	สร้างเนื้อ + ตัวช่วยประสาน
	5. ซิทิล แอลกอฮอล์ (Cetyl Alcohol)	สร้างเนื้อ + เคลือบผิว
	6. สเตียริล แอลกอฮอล์ (Stearyl Alcohol)	สร้างเนื้อ + เคลือบผิว
	7. ไวท์ ออยล์(White oil)	ป้องกันผิวหนังแห้ง ตกสะเก็ด
	8. น้ำมันโจโจ้บา (Jojoba Oil)	ให้ความชุ่มชื้น
	9. ไอพีเอ็ม (IPM)	ช่วยละลายส่วนผสมให้ผสมกันได้ดีขึ้น
	10. ทวีน 80 (Tween 80)	ตัวประสานน้ำกับน้ำมัน
ปรับ pH	11. ด่าง (Triethanolamin)	ปรับค่าความเป็นด่าง
กันเสีย	12. ไกแด็น (Glydant L Plus)	วัตถุกันเสีย
สารออกฤทธิ์	13. สารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด	ขัดผิว
	14. กลีเซอรีน (Glycerin)	กักเก็บความชุ่มชื้น

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์สแตนเลส ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์แก้ว ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
4. เครื่องชั่ง
5. ช้อนตักสาร
6. พายกวนพลาสติก
7. ช้อนกวนสแตนเลส
8. กะละมัง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งสารแยกตามลำดับ

2. แยกผสมวัฏภาคน้ำตามสารลำดับที่ 1, 2 ไปให้ความร้อน 80 -85 องศาเซลเซียส จากนั้น ค่อย ๆ สารลำดับที่ 3 ทีละน้อยจนละลายหมด

3. แยกผสมวัฏภาคน้ำมันตามสารที่ 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 นำไปให้ความร้อน 80-85 องศาเซลเซียสจนละลายหมด

4. เติมค่อย ๆ ข้อที่ 2 (วัฏภาคน้ำ) ลงในข้อที่ 3 (วัฏภาคน้ำมัน) จนเกิดเนื้ออิมัลชั่น (Emulsion) สีขาวน้ำนม

5. ค่อย ๆ เติม สารลำดับที่ 11 จากนั้นนำไป ให้ความเย็นด้วยน้ำเย็น จนเกิดเนื้ออิมัลชั่นสีขาวน้ำนม จะหนืดข้นขึ้นเป็นเนื้อโลชั่น

6. ลดความร้อนลงที่ 40 องศาเซลเซียส เติมสารข้อ 12 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

7. แยกสารลำดับที่ 13, 14 ผสมจนเปฌนเนื้อเดียวกัน

8. เติมข้อ 7 ลงใน ข้อ 6 จากนั้นเติม สารลำดับที่ 15 กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

ข้อควรระวัง

1) ต้องเติม วัฏภาคน้ำ ลงใน วัฏภาคน้ำมันเท่านั้น หากเติมสลับกัน จะทำให้โลชั่นไม่ขึ้นเนื้อ
2) ภาชนะที่ใช้ต้ม วัฏภาคน้ำมันห้ามใช้ภาชนะที่เป็นแก้วเด็ดขาด เพราะนำภาชนะแก้วไปให้ความร้อนสูง และต้องปะทะกับความเย็นในขั้นตอนของการใช้น้ำเย็นลดอุณหภูมิ จะทำให้ภาชนะที่เป็นแก้วแตกได้

แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการเข้ารับอบรม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย X เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ชื่อ..... นามสกุล.....

---

1. ข้อใดกล่าวถึงมะขวิดได้ถูกต้องที่สุด
   ก. มะขวิดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง
   ข. มะขวิดเป็นไม้พุ่ม
   ค. มะขวิดเป็นไม้เลื้อยที่มีหนาม
   ง. มะขวิดเป็นวัชพืช
2. มะขวิดเป็นพืชวงศ์เดียวกับพืชต่อไปนี้
   ก. มะขาม
   ข. ทานาคา
   ค. มะปลิง
   ง. มะยงชิด
3. ทานาคาเป็นไม้ประจำประเทศใด
   ก. ไทย
   ข. ลาว
   ค. เวียดนาม
   ง. เมียนมา
4. ไทโรซิเนสคืออะไร
   ก. ฮอร์โมนที่ทำให้เกิดสิว
   ข. เชื้อโรคที่ก่อโรคทางผิวหนัง
   ค. เอนไซม์ที่ทำให้ผิวเกิดริ้วรอยแก่ก่อนวัยอันควร
   ง. เอนไซม์ที่ใช้ในการสร้างเม็ดสี

5. เมื่อเราใช้เครื่องสำอางที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของไทโรซิเนสจะเกิดผลลัพธ์ใด
   ก. ลดฝ้า กระ ความคล้ำ
   ข. สิวบนใบหน้าลดลง
   ค. ผื่น ตุ่ม ที่เกิดบนผิวจะหายไป
   ง. ริ้วรอยบนผิวลดน้อยลง
6. เม็ดสีจากกระบวนการสร้างเม็ดสีผิวมีสีอะไรบ้าง
   ก. เม็ดสีดำ
   ข. เม็ดสีแดงหรือสีเหลือง
   ค. เม็ดสีน้ำตาล
   ง. ถูกทุกข้อ
7. ข้อใดกล่าวถึงสารไฮโดรควิโนนได้ถูกต้อง
   ก. เป็นสารไวท์เทนนิ่งที่ดีที่สุดที่ทำให้ผิวขาวแต่อันตรายมาก
   ข. เป็นสารเป็นสารไวท์เทนนิ่งที่ดีที่สุดที่ทำให้ผิวขาว ที่ปลอดภัยที่สุด
   ค. เป็นสารสกัดจากสมุนไพร ใช้ลดริ้วรอยบนผิวหน้า
   ง. เป็นสารสกัดจากสมุนไพร ให้ความชุ่มชื้นกับผิวหน้า
8. ข้อใดคือสารห้ามใช้ในเครื่องสำอางของประเทศไทย
   ก. ไฮโดรควิโนน
   ข. ปรอท
   ค. สเตียรอยด์
   ง. ถูกทุกข้อ
9. สารสำคัญในข้อใดต่อไปนี้มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส
   ก. วิตามิน ดี
   ข. วิตามิน อี
   ค. อาร์บูติน
   ง. แอนโทรไซยานิน

10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อดีของอาร์บูติน
    ก. ช่วยทำให้ผดผื่นบนผิวหนังหาย
    ข. ลดฝ้า กระ ความคล้ำ
    ค. ช่วยทำให้ผิวชุ่มชื้น
    ง. ช่วยป้องกันแสงแดดให้กับผิว
11. อาร์บูตินพบได้จากส่วนใดของพืชบ้าง
    ก. กิ่ง
    ข. เปลือก
    ค. ใบ
    ง. ถูกทุกข้อ
12. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
    ก. โลชั่นเป็นอิมัลชั่นที่มีความหนืดต่ำ
    ข. โลชั่นเป็นอิมัลชั่นที่มีความหนืดสูง
    ค. โลชั่นเป็นอิมัลชั่นที่มีความแข็ง
    ง. ผิดถูกข้อ
13. การเกิดอิมัลชั่นที่สมบูรณ์ต้องมีองค์ประกอบใดบ้าง
    ก. วัฏภาคน้ำ
    ข. วัฏภาคน้ำมัน
    ค. ตัวประสานน้ำกับน้ำมัน
    ง. ถูกทุกข้อ
14. ข้อใดคือหน้าที่ของ ตัวทำอิมัลชั่นหรืออิมัลซิไฟเออร์
    ก. ทำหน้าที่เป็นตัวประสานน้ำกับน้ำมัน
    ข. ทำหน้าที่เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ
    ค. ทำหน้าที่เป็นวัตถุกันเสีย
    ง. ทำหน้าที่เป็นน้ำหอ

15. เพราะเหตุใดขั้นตอนการทำโลชั่นจึงต้องเติม วัฏภาคน้ำ ลงใน วัฏภาคน้ำมันเท่านั้น

    ก.เพราะจะทำให้น้ำมันไม่เดือด

    ข.เพราะจะทำให้ได้เนื้อโลชั่นปริมาณมากขึ้น

    ค.เพราะจะทำให้ได้โลชั่นขึ้นเนื้อเนียนสวย ไม่แยกชั้น

    ง. ผิดทุกข้อ

16. เพราะเหตุใดขั้นตอนของการต้มวัฏภาคน้ำมันจึงห้ามใช้ภาชนะที่เป็นแก้วโดยเด็ดขาด

    ก. เพราะจะทำให้ความร้อนไม่ทั่วถึง

    ข. เพราะจะทำให้วัฏภาคน้ำมันเด็ดจนเกิดอันตรายได้

    ค. เพราะจะทำให้ภาชนะแก้วแตกได้

    ง. เพราะจะทำให้น้ำมันระเหยจนหมด

17. ประกาศการควบคุมคุณภาพของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย พ.ศ. 2559 เป็นประกาศของกระทรวงใดในต่อไปนี้

    ก. กระทรวงการค้าระหว่างประเทศ

    ข. กระทรวงการค้าต่างประเทศ

    ค. กระทรวงสาธารณสุข

    ง. กระทรวงพาณิชย์

18. เชื้อก่อโรคใดต่อไปนี้ที่ห้ามพบในเครื่องสำอาง

    ก. ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*)

    ข. สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

    ค. แคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*)

    ง. ถูกทุกข้อ

19. ส่วนใดของมะขวิดที่ใช้ในเป็นส่วนผสมในโลชั่นบำรุงผิวในครั้งนี้

    ก. ใบ

    ข. ผล

    ค. กิ่ง

    ง. ราก

20. ข้อใดคือคุณสมบัติของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ก. ทาแล้วผดผื่น ตุ่ม หนอง หาย

ข. ใช้ทาผิว เพื่อลดความคล้ำ

ค. ใช้ทาผิวเพื่อป้องกันแสงแดด

ง. ใช้ทาผิวเพื่อลดเซลลูไลซ์

เฉลยแบบทดสอบ

1. ก
2. ข
3. ง
4. ง
5. ก
6. ง
7. ก
8. ง
9. ค
10. ข
11. ง
12. ก
13. ง
14. ก
15. ค
16. ค
17. ค
18. ง
19. ค
20. ข

แบบประเมินความพึงพอใจในการอบรม

เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

บรรยายโดย นางสาววันทนา ติดชัย

วันเสาร์ที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ณ. ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลชีน้ำร้าย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

5	หมายถึง	มากที่สุด	4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง	2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยที่สุด			

หัวข้อการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาในการอบรม					
2. บุคลิกภาพของวิทยาการผู้ให้การอบรม					
3. เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ของวิทยาการ					
4. อุปกรณ์และโสตทัศนูปกรณ์					
5. เอกสารที่ใช้ในการอบรม					
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการอบรม					
7. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม					
8. ความเหมาะสมของอาหารว่างและอาหารกลางวัน					
9. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ปฏิบัติได้จริง					
10. ประโยชน์ที่ได้จากการอบรม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ช
ภาพประกอบการอบรม

ภาพที่ ช. 1 เตรียมความพร้อมผู้เข้าร่วมอบรมมาเตรียมพร้อม

ภาพที่ ช. 2 ผู้เข้าร่มอบรมทำแบบทดสอบก่อนอบรม

ภาพที่ ช. 3 ผู้วิจัยบรรยาย เรื่อง การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ภาพที่ ช. 4 ผู้เข้าร่วมอบรมทำสอบเนื้อของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ภาพที่ ช. 5 ผู้วิจัยบรรยายภาคปฏิบัติการทำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ภาพที่ ช. 6 ผู้วิจัยสาธิตการทำโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ภาพที่ ช. 7 ผู้เข้าร่วมอบรมปฏิบัติการทำโลชั่นทาผิวจากสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิด

ภาพที่ ช. 8 ถ่ายภาพร่วมผู้เข้าร่วมอบรม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววันทนา ติดชัย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	30 มกราคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก
ที่อยู่ปัจจุบัน	91 หมู่ 5 ตำบลน้ำกุ่ม อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก 65120
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร