การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน และผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

DEVELOPMENT OF BODY MASK PRODUCTS FROM THE PEELS SANTOL FRUIT EXTRACT AND BODY SCRUB FROM THE FLESH SANTOL FRUIT EXTRACT

นายฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล

นางสาวพิมพ์ชนก ขำใบ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF BODY MASK PRODUCTS FROM THE PEELS SANTOL FRUIT EXTRACT AND BODY SCRUB FROM THE FLESH SANTOL FRUIT EXTRACT

TITI LAOCHAREONRITIKUL

PIMCHANOK KHAMBAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL

FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (BOTECHNOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดกระท้อน และผงขัดผิวจากสารสกัดกระท้อน Development of body mask products from the peels santol fruit extract and body scrub from the flesh santol fruit extract
ชื่อนักศึกษา	นายฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล รหัสนักศึกษา 62050485 นางสาวพิมพ์ชนก ขำใบ รหัสนักศึกษา 62050523
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม ประธานกรรมการ	
ดร. นฤมล ตั้งธีระสุนันท์ กรรมการ	
รศ.ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดกระท้อน และผงขัดผิวจากสารสกัดกระท้อน

ชื่อนักศึกษา นายฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล รหัสนักศึกษา 62050485
นางนาวพิมพ์ชนก ขำใบ รหัสนักศึกษา 62050523

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

บทคัดย่อ

กระท้อน เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการนำไปบริโภค มีรสชาติดี ปลูกง่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำสารสกัดกระท้อนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ และศึกษาหาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดเนื้อและเปลือกของกระท้อน เพื่อกำหนดสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน และผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จากการทดสอบผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนทั้งหมด 3 สูตร ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเท่ากับ 88.01 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 นำไปทดสอบกับสาหร่ายหางกระรอกเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการพอกผิวกาย พบว่าควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10–20 นาที และจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนพบว่าผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนสูตรที่ใช้ Carbopol 940 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเท่ากับ 61.34 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ นำไปทดสอบกับสาหร่ายหางกระรอกเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการพอกผิวกาย พบว่า ควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10-15 นาที

คำสำคัญ : สารสกัดกระท้อน ผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Development of body mask products from the peels santol fruit extract and body scrub from the flesh santol fruit extract
Students	Mr. Titi Laochareonritikul Student ID 62050485 Miss Pimchanok Khambai Student ID 62050523
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)
Department	Biology
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Assoc.Prof.Dr. Supattra Poeaim

Abstract

Santol is a popular economic fruit for consumption, good taste, and easy to grow. The purpose of this research was to develop santol extract into a product. and to study the inhibitory activity of tyrosinase from the pulp and bark extracts of santol. To determine the appropriate formulation for body mask products from santol bark extract. and scrub powder products from santol extract that inhibit tyrosinase enzyme From testing body mask products from all 3 formulas of santol bark extract at concentrations of 1, 3 and 5 percent, it was found that body mask products from formula 3 santol bark extract had tyrosinase inhibition percentage. S equal to 88.01. Testing the physical properties of body mask products from santol bark extract formula 3 were tested with squirrel tail algae to determine the appropriate time for body masking It was found that body skin should be masked for a period of 10-20 minutes. And from the test of santon extract scrub powder product, it was found that the santon extract formula using Carbopol 940 had a percentage of Tyrosinase inhibition was 61.34. Physical properties test of the product. It was tested with squirrel tail algae to determine the appropriate time for body masking. It was found that body masking should be performed for 10-15 minutes.

Keywords : santol extract, body mask products, body scrub product, Tyrosinase inhibitory activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม ที่ให้ปรึกษาด้วยดีเสมอมา คอยถ่ายทอดประสบการณ์แนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมทั้งแนะนำการวางแผนในการปฏิบัติการต่างๆ จนโครงงานพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี และขอขอบคุณ รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม และ ดร. นฤมล ตั้งธีระสุนันท์ ที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ และคอยให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา จุดบกพร่องต่างๆ ทำให้โครงงานพิเศษเล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ภาควิชีววิทยา ได้แก่ นางสาวปรียานุช ศรีไพบูลย์ (พี่ทราย) นางสาวยุวดี คำแหงค่า (พี่มิ้ม) ที่คอยให้คำปรึกษาในการใช้อุปกรณ์และวิธีการใช้เครื่องมือร่วมถึงขอขอบคุณพี่ๆป.โท ที่คอยให้คำปรึกษาสอนวิธีการทดลอง และเทคนิคต่างๆ และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการทำโครงงานพิเศษเล่มนี้

ขอขอบคุณครอบครัว ที่คอยส่งเสริมในด้านต่าง ๆ ตลอดจนคอยให้กำลังใจ และสนับสนุนด้านค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน

ขอขอบคุณข้าพเจ้า และเพื่อนร่วมโครงงานพิเศษ ที่ฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ มาด้วยกัน และให้ความร่วมมือในการทำโครงงานพิเศษเล่มนี้มาเป็นอย่างดี จนเสร็จสมบูรณ์

ฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล

พิมพ์ชนก ขำใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 2
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขต 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 กระท้อน (santol) 3
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 4
2.3 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส 4
2.4 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 6
2.5 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 8
2.6 คุณสมบัติทางกายภาพพอกผิวกาย 8
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 11
3.1 สารสกัดกระท้อน 11
3.2 สารเคมี 11
3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซมไทโรซิเนส 11
3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑพอกผิวกาย 11
3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 11
3.3 อุปกรณ์ 11
3.4 เครื่องมือ 11
3.5 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส 11
3.5.1 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดกระท้อน 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5.1 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ 12
3.6 ขั้นตอนการประเมินการทำผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดกระท้อน 13
3.6.1 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน 13
3.6.2 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 14
3.7 ขั้นตอนการประเมินการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน
3.7.1 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน 15
3.2.3 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 15
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 18
4.1 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกกระท้อนและเนื้อกระท้อน 18
4.2 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 19
4.3 ผลการประเมินคุณสมบัติผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 21
4.4 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส 28
3.2.1 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 28
3.2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 28
3.2.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 28
4.5 ผลการประเมินคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 29
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 32
5.1 สรุปผลวิจัย 32
5.1.1 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน 32
5.1.2 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน 32
5.2 ข้อเสนอแนะ 33
เอกสารอ้างอิง 34
ภาคผนวก 36
ภาคผนวก ก 37
ภาคผนวก ข 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน โดยใช้สารสกัดเปลือกกระท้อน เป็นปริมาณร้อยละ 1, 3, และ 5 (w/w)	13
3.2	สูตรผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน	15
4.1	ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	17
4.2	ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเนื้อกระท้อน ที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	18
4.3	ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	19
4.4	ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย จากสารสกัดเปลือกกระท้อน	19
4.5	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 3	20
4.6	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 5 นาที	21
4.7	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 10 นาที	22
4.8	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 15 นาที	23
4.9	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 20 นาที	24
4.10	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 25 นาที	25
4.11	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 30 นาที	26
4.12	ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของ ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนทั้ง 4 สูตร	27
4.13	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 5 นาที	28
4.14	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 10 นาที	29
4.15	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 15 นาที	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ส่วนต่าง ๆ ของต้นกระท้อน ก.ต้นกระท้อน ข. ดอก ค. ผลกระท้อน ง. ใบกระท้อน	4
2.2	โครงสร้างทางเคมีของ Oxytyrosinase, Mettyrosinase และ Deoxytyrosinase	5
3.1	สาหร่ายหางกระรอกแช่ในผลิตภัณฑ์	14
4.1	ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกจากผลิตภัณฑ์นี้นำมาใช้ คือผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 3	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ

คำย่อ	คำอธิบาย
Cu	Copper
OH	Hydroxide
L-DOPA	L-3,4-dihydroxyphenylalanine
IC_{50}	50% Inhibitory concentration
HUVEC	Human Umbilical Vein Endothelial Cells

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คนส่วนมากต้องการมีผิวพรรณที่สดใส อ่อนเยาว์ แต่ด้วยสภาพของร่างกายที่ร่วงโรยตามกาลเวลาเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก อย่างไรก็ตามถ้ามีวิธีการที่จะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงความเสื่อมโทรมนั้นได้ นับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจยิ่งนัก ปัญหาเกี่ยวกับผิวพรรณมีหลายอย่าง แต่ที่พบได้บ่อยคือ จุดด่างดำ ความหมองคล้ำบริเวณผิวหนัง เนื่องจากอายุที่เพิ่มขึ้นแล้วยังเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น แสงแดด มลภาวะ การทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานและความเครียดเป็นต้นสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติจึงได้รับความนิยม สารสกัดจากธรรมชาติจะมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ส่งผลให้การสร้าง Melanin ในผิวหนังลดลงและทำให้ผิวพรรณกระจ่างใสขึ้นกว่าเดิมในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีความสนใจที่จะศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากกระท้อน

กระท้อน เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการนำไปบริโภค มีรสชาติดี ปลูกง่ายเจริญเติบโต ได้ดีในเขตร้อน หรือมีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น และเป็นไม้ผลฤดูเดียว กระท้อนมีถิ่นกำเนิดที่แถบมลายู เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ อินเดีย และไทยโดยในประเทศไทยมีแหล่งปลูกในจังหวัดนนทบุรี ปราจีนบุรี พิษณุโลก ชลบุรี จันทบุรี และสุราษฎร์ธานี กระท้อนจัดอยู่ในวงศ์กระท้อน (Meliaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sandoricum koetjape* ซึ่งกระท้อนมีลักษณะลำต้นเป็นทรงพุ่มกลม ดอกมีสีเหลืองอ่อนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลมีลักษณะกลมสีเขียว แต่เมื่อเจริญเต็มที่แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีผิวเกลี้ยง ใบมีสีเขียวเข้ม และท้องใบมีขนม โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้มีรายงานเกี่ยวกับใบ และเมล็ดของกระท้อน พบว่ามีสารในกลุ่ม Saponin, Flavonoids, Alkaloid, Tannin, Steroids, Phenols และ Cardiac glycosides (Otutu และคณะ, 2016) ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์การยับยั้งจุลินทรีย์ ในส่วนของเปลือกลำต้นของกระท้อน มีงานวิจัยเกี่ยวกับความเป็นพิษต่อเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดดำของมนุษย์ (HUVEC) และเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่มีการเกิด Apoptotic ได้ (Aisha และคณะ, 2016) งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาเนื้อและเปลือกของผลกระท้อน ในส่วนของฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดกระท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดเนื้อและเปลือกกระท้อน

1.2.2 เพื่อศึกษาการกำหนดสูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนและผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

กำหนดสูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนและผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดนื้อกระท้อนและผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

1.4.2 นำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระท้อน (santol)

กระท้อน สามารถแบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ กระท้อนเปรี้ยว และกระท้อนหวาน หมายถึง กระท้อนห่อที่ชาวสวนนิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นที่นิยมทำให้มีราคาสูง พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก ได้แก่ พันธุ์ปุยฝ้าย ส่วนกระท้อนเปรี้ยว หมายถึง กระท้อนพันธุ์พื้นเมืองที่มีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ลักษณะมีลำต้นสูงใหญ่ เป็นทรง พุ่มหนาแน่น ชื่อวิทยาศาสตร์ของกระท้อน คือ *Sandoricum koetjape* จัดอยู่ในวงศ์ Meliaceae ชื่อท้องถิ่น ภาคเหนือ–บะตื๋น หมะต้อง ภาคใต้–เตียน ล่อน สะท้อน ภาคกลาง–กระท้อน ภาคอีสาน–บักต้อง มีถิ่นกำเนิดอยู่ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลกระท้อนมีรสชาติอร่อย และมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยทั่วไปการปลูกกระท้อนในประเทศไทยมี วัตถุประสงค์เพื่อการบริโภคผลเป็นหลัก นอกจากนี้ยังนำผลไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด

การขยายพันธุ์ ใช้การเพาะเมล็ดหรือตอนกิ่ง การใช้ประโยชน์ : ผลสุกใช้แกงและรับประทานเป็นผลไม้ กระท้อนใช้ทำอาหารคาวหวานได้หลายชนิด ทั้งอาหารคาว เช่น แกงฮังเล แกงคั่ว ผัด ตำ กระท้อน และอาหารหวาน เช่น กระท้อนทรงเครื่อง กระท้อนลอยแก้ว กระท้อนดอง แยม กระท้อนกวนและเยลลี่ หรือกินเป็นผลไม้สด กระท้อนเป็นผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงในบิโกล ประเทศฟิลิปปินส์นำกระท้อนไปแกงกับกะทิ

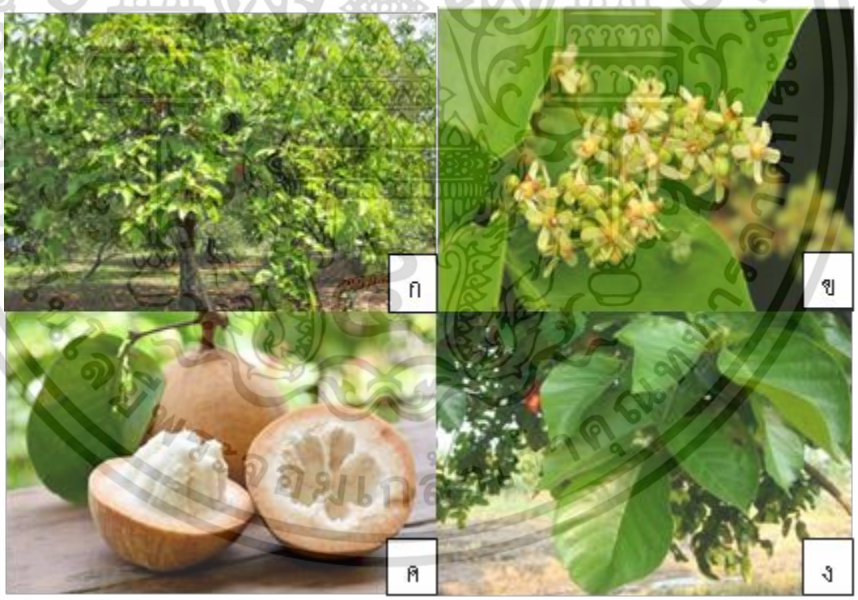
สรรพคุณ กระท้อนมีสรรพคุณทางยาหลายประการใบสด ใช้ขับเหงื่อ ต้มอาบแก้ไข้ เปลือกต้นต้มน้ำดื่มแก้ท้องเสีย รักษาโรคผิวหนัง กลากเกลื้อน รากดับพิษร้อนภายในช่วย ให้กล้ามเนื้อคลายตัว ขับลม เปลือกแก้ท้องเสีย แก้บวม ใบแก้ไข้ ดอกหรือผลขับพยาธิ หลายส่วนของกระท้อนมีฤทธิ์แก้อักเสบและสารสกัดจากกิ่งกระท้อนบางชนิดมีผลยับยั้งมะเร็งในหลอดทดลอง สารสกัดจากเมล็ดกระท้อน มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง ผลการศึกษาทางเภสัชวิทยาของกระท้อนระบุไว้ดังนี้

ข้อแนะนำ และข้อควรระวังกระท้อน เป็นผลไม้ที่มีธาตุโพแทสเซียมสูงซึ่งไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคไตเพราะผู้ป่วยโรคนี้มักจะมีภาวะโพแทสเซียมสูงอยู่แล้วดังนั้นจึงควรเว้นการรับประทานกระท้อน และอาหารอื่น ๆ ที่มีโพแทสเซียมสูงนอกจากนี้กระท้อนบางสายพันธุ์มีรสชาติหวานมาก ดังนั้นผู้ป่วยโรคเบาหวานควรระมัดระวังการรับประทานในปริมาณมาก เพราะอาจทำให้น้ำตาลในเลือดสูงได้ อีกทั้งเมล็ดกระท้อนมีความลื่น ค่อนข้างแข็ง และมีปลายแหลม หากเผลอกลืนลงไปหรือเมล็ดขนาดใหญ่ลื่นไหลเข้าไปในคออาจติดหลอดลมหรือเป็นอันตรายต่อลำไส้ได้ ดังนั้นจึงควรรับประทานกระท้อนด้วยความระมัดระวังโดยเฉพาะในเด็กและผู้สูงอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ (2544) การศึกษาทางลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : กระท้อนจัดเป็นไม้ผลยืนต้นเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน หรือในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นสามารถทนต่อลม และความแห้งแล้งเป็นพืชบกกลางแจ้ง ต้นกระท้อน เป็นต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ สูง 15-30 เมตร ต้นตรง แตกกิ่ง เปลือกสีเทาอมน้ำตาลค่อนข้างเรียบ (รูปที่ 2.1 ก) ดอกสีเหลืองอมเขียว กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็น 5 แฉก กลีบดอกมี 5 กลีบ รูปขอบขนาน เกสรเพศผู้มี 10 อัน ติดกันเป็นหลอดออกเป็นช่อแบบแยกแขนงตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ช่อดอกยาวถึง 15 เซนติเมตร ทยอยบานนาน 7-10 วันจึงโรยและเริ่มติดผล (รูปที่ 2.1 ข) ผลกระท้อน กลมแป้นขนาด 5-8 เซนติเมตร หรือมีขนาดใหญ่ได้ถึง 20 เซนติเมตร ผิวเป็นกำมะหยี่ สีเหลืองอมส้ม ภายในแบ่งเป็น 2 ส่วน คือเนื้อแข็งด้านนอกและด้านในเนื้อนุ่มเป็นปุยสีขาวที่หุ้มเมล็ดไว้เปลือกหนา มียางสีขาวเล็กน้อย ผลสุกสีเหลืองนวลเนื้อผิวเริ่มย่น เมล็ดมี 3-5 เมล็ด เนื้อหุ้มเมล็ดเป็นปุยสีขาวมีรสเปรี้ยวหรือหวาน (รูปที่ 2.1 ค) ใบกระท้อน ใบเรียงสลับใบประกอบแบบนิ้วมือ มี 3 ใบย่อย ใบย่อยรูปไข่หรือรูปรี โคนใบกลมหรือมน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบเป็นคลื่น ผิวใบเป็นคลื่น มีไขนวลปกคลุม ด้านล่างเส้นใบนูนเด่น ใบมีสีเขียว เมื่อแก่จะมีสีเหลือง แล้วค่อย ๆ แดงแล้วจะร่วงหล่นก้านใบมน (รูปที่ 2.1 ง)



รูปที่ 2.1 ส่วนต่าง ๆ ของต้นกระท้อน ก.ต้นกระท้อน ข. ดอก ค. ผลกระท้อน ง. ใบกระท้อน
ที่มา: ธีระชัย และคณะ (2560)

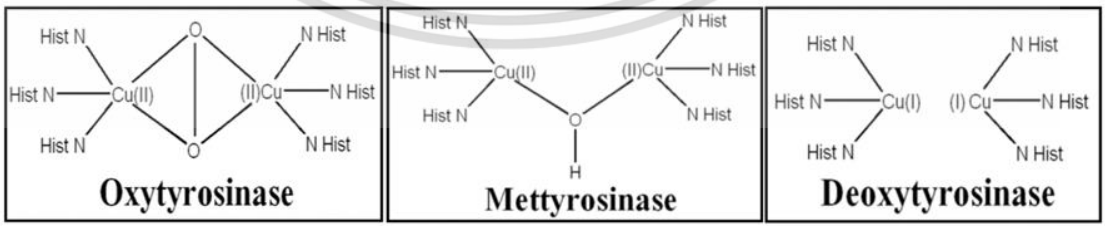
2.3 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

เอนไซม์ไทโรซิเนส (EC 1.14.18.1) เป็นเอนไซม์กลุ่มออกซิเดสซึ่งพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์เมลานินซึ่งเป็นกระบวนการสร้างเม็ดสี (Melanogenesis)

ทำให้สีผิวมีสีคล้ำลง เมลานินเป็นเม็ดสีที่สร้างโดยเซลล์เมลาโนไซต์ (Melanocyte) เอนไซม์ไทโรซิเนส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาใน กระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน ซึ่งมีตัวกระตุ้น ได้แก่ แสงแดด รังสีอัลตราไวโอเลต และรังสียูวี ความร้อน โดยเอนไซม์จะไปกระตุ้นให้ไทโรซีน (Tyrosine) เปลี่ยนเป็น 3,4-dihydroxyphenyl alanine (L-Dopa) จากนั้น L-Dopa ถูกออกซิไดซ์ไปเป็น dopaquinone จากนั้นสังเคราะห์ต่อเป็นเมลานินสองชนิด ได้แก่ ยูเมลานิน (Eumelanin) ให้รงควัตถุสีน้ำตาลดำ และฟีโอเมลานิน (Pheomelanin) ให้รงควัตถุสีแดงหรือเหลือง (ประไพพิศ, 2561) ซึ่งเมลานินมีหน้าที่ช่วยป้องกันผิวหนังจากแสงแดด แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปทำให้เกิดความผิดปกติของสีผิว เช่น การเกิดฝ้า กระ และจุดด่างดำ ทักษอร (2557) ตำแหน่งออกฤทธิ์ของเอนไซม์ไทโรซิเนส (active site) ของเอนไซม์ประกอบด้วย Cu จำนวน 2 อะตอม ลักษณะการวางตัว และอิเล็คตรอน ของ Cu ทั้งสองอะตอมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ โดยทำให้เอนไซม์ปรากฏอยู่ในรูปต่างๆ (isoform) จำนวน 3 รูป ซึ่งมีชื่อเรียกดังนี้ Oxytyrosinase Deoxytyrosinase และ mettyrosinase Oxytyrosinase เอนไซม์รูปนี้ที่ตำแหน่งออกฤทธิ์มีโครงสร้างซึ่งประกอบไปด้วย Cu2+ จำนวน 2 อะตอมเกาะกับอะตอมของออกซิเจนจำนวน 2 อะตอม โดยแต่ละอะตอมอยู่ที่มุมของรูปสี่เหลี่ยม (Tetragonal) ดังรูปที่ 2.2 ทั้งนี้ Cu^{2+} แต่ละอะตอมจะถูกยึดเกาะด้วยอะตอมไนโตรเจนใน histidine ของเอนไซม์ออกซิเจนที่อยู่ในตำแหน่งออกฤทธิ์อยู่ในรูปของเปอร์ออกไซด์ (Peroxide) เอนไซม์ในรูป Oxytyrosinase สามารถเร่งปฏิกิริยาของ Substrate ทั้งที่เป็น Donophenol และ Ortho-diphenol Mettyrosinase มีตำแหน่งออกฤทธิ์ซึ่งโครงสร้างประกอบด้วย 2 อะตอมของ Cu2+ โดยเชื่อมกับอะตอมออกซิเจนเพียงอะตอมเดียวในรูปของ OH ดังรูปที่ 2.2 เอนไซม์ในรูปนี้ช่วยเร่งปฏิกิริยาได้เฉพาะปฏิกิริยา oxidation ของ ortho-diphenol ให้เป็น Ortho-quinone เท่านั้น แต่ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยา Oxidation ของ Monophenol ได้ Deoxytyrosinase มีตำแหน่งออกฤทธิ์ (Active site) ซึ่งประกอบไปด้วยอะตอมของ Cu ในสถานะ Cu^{+} และไม่มีอะตอมของออกซิเจนดังรูปที่ 2.2 เอนไซม์ในรูปนี้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาใด ๆ แต่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น Oxytyrosinase ได้โดยปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจน

กลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสาร สามารถแบ่งได้หลายแบบ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของ Oxytyrosinase, Mettyrosinase และ Deoxytyrosinase

ที่มา : Samsung (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส แบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ ได้แก่ วิธีทดสอบในหลอดทดลอง (*In vitro* test) และในสัตว์ทดลอง (*In vivo* test) ตัวอย่างการทดสอบทางในหลอดทดลอง Mushroom tyrosinase inhibitory assay และ Cellular tyrosinase inhibitory assay ส่วนการทดสอบทาง *In vivo* เป็นการทดสอบ Depigmenting activity ในสิ่งมีชีวิตยกตัวอย่าง Mouse model system zebrafish model system และ Human skin เป็นต้น

วิธีที่เลือกใช้ คือวิธี Mushroom tyrosinase inhibitory assay ซึ่งวัดประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากการยับยั้งการเกิด dopachrome ด้วยเทคนิค Spectrophotometry ที่เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในหลายงานวิจัย โดยเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ใช้ทดลองสกัดมาจากเห็ดแชมปิญอง (Agaricus bisporus) มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเอนไซม์ในมนุษย์มากกว่าเอนไซม์ที่สกัดจากแบคทีเรีย (*Streptomyces glausescens*) และรา (*Neurospora crassa*) อีกทั้งเอนไซม์จากเห็ดนี้มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปหาซื้อได้ง่าย และเป็นที่นิยมนำมาใช้ศึกษาวิจัยทั่วไป นอกจากนี้วิธีการศึกษานี้เป็นวิธีการที่ใช้สารสกัดในการทดสอบน้อยมีขั้นตอนการทดลองที่ไม่ซับซ้อนเกิดปฏิกิริยาที่มีความต่อเนื่อง และสามารถแปรผลได้รวดเร็วอย่างไรก็ตาม การทดลองนี้มีข้อจำกัด ได้แก่ไม่สามารถวัดผลสารที่มีความ สามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้อย่างรวดเร็วไม่สามารถวัดผลิตผลที่มีความคงตัวต่ำได้ และบางครั้งอาจ มีการรบกวนระบบจากสารตัวกลาง (Intermediate) ที่อาจเกิดขึ้นซึ่งจะทำให้ได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน

2.4 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย

ซุวารี และคณะ (2021) เรียกผิวขาวกระจ่างใสแบบมีสุขภาพให้กลับมา ด้วยการมาร์คบำรุงผิวกาย ช่วยซ่อมแซมผิวเสีย ขจัดสิ่งสกปรกตามรูขุมขน ช่วยกำจัดปัญหาผิวเสีย หมองคล้ำ ด้วยการบำบัดผิวด้วยอาหารผิวแบบธรรมชาติ ช่วยลดปัญหาผิวอักเสบจากการตากแดดเป็นเวลานาน ฟื้นฟูสภาพผิวที่ระคายเคืองจากภูมิแพ้ให้กลับมาแข็งแรง ช่วยกระชับผิว และทำให้ผิวแลดูอ่อนเยาว์ลงได้

2.4.1 สารเคมี

ส่วนประกอบที่ 1

1) Methyl paraben เป็นสารกันเสียสำหรับเครื่องสำอาง โดยจะมีฤทธิ์เป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์ มีประสิทธิภาพที่ช่วงค่า pH กว้างโดยจะมีความว่องไวสูง และคงตัวที่อุณหภูมิสูง สารกันเสีย (Preservative) เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อยีสต์

2) Propyl Paraben เป็นสารเอสเทอร์ของกรดพาราไฮดรอกซีเบนโซอิก ออกฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพแบบการยับยั้งเซลล์ มากกว่าฆ่าเซลล์เมื่อใช้เดี่ยวจะออกฤทธิ์ต้านเชื้อราได้ดีมากแต่ออกฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ เมื่อใช้ร่วมกับสารอื่น เช่น เมทิลพาราเบนร่วมกับโพรพิลพาราเบนจะออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ดีขึ้น ฤทธิ์การต้านเชื้อจะมีประสิทธิภาพดี

3) Sodium lauryl ether sulfate เป็นสารทำความสะอาดที่ได้รับการพิจารณาว่ามีความอ่อนโยน เพราะมีกระบวนการผลิตที่ดี และซับซ้อนกว่ามาก เป็นสารประกอบที่เกิดจาก Fatty Alcohol หลาย ๆ ชนิดซึ่ง Fatty Alcohol เป็นแอลกอฮอล์ชนิดดี ที่เกิดจากโมเลกุลแอลกอฮอล์ที่ได้จับตัวกับสารประกอบประเภทน้ำมัน ทำให้คุณสมบัติในความเป็นแอลกอฮอล์ลดลง ทำให้การระคายเคืองผิวลดลงและไม่ทำให้ผิวแห้ง

4) Propylene Glycol เกิดจากการสังเคราะห์โดยทำปฏิกิริยาระหว่างโพรพิลีนออกไซด์ (Propylene Oxide) กับน้ำสารนี้เป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่ง สูตรเคมีคือ $C_3H_8O_2$ ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสหวานเล็กน้อย มีความเป็นพิษต่ำ มีคุณสมบัติหลายประการ ได้แก่ มีสามารถในการละลายน้ำ เพิ่มความชุ่มชื้น (Humectant) ดูดความชื้น เปลี่ยนจุดเยือกแข็ง และมีความสามารถของสารในการละลายในน้ำ (Solubility) และช่วยในการเข้ากันได้ของสสาร (Compatibility) ที่หลากหลาย

5) Glycerin กลีเซอรีนนั้นมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น หรือสามารถกักเก็บความชื้นที่อยู่รอบ ๆ ตัวลงสู่ผิวหนังของเรา และเปรียบเสมือนเกราะป้องกันที่ช่วยป้องกันผิวไม่ให้เกิดการระคายเคืองจากมลภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ผิวยืดหยุ่นและดูอ่อนเยาว์อยู่เสมอ

6) water เป็นตัวทำละลายให้สารเป็นเนื้อเดียวกัน

ส่วนประกอบที่ 2

1) Zinc Oxide เป็นสารที่ช่วยบรรเทาอาการระคายเคืองของผิวหนัง ออกฤทธิ์ช่วยปกป้องผิวจากสารก่อเกิดความระคายเคือง

2) Stearyl alcohol เป็นแอลกอฮอล์ในกลุ่มตัวทำละลาย เรียก Fatty alcohol ทำความสะอาดผิว ชะล้างสิ่งสกปรก และไขมันเหมาะกับเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำมัน

ส่วนประกอบที่ 3

1) Perfume เป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นหอม ทำให้ผลิตภัณฑ์ของเรามีกลิ่นที่หอมน่าใช้มากยิ่งขึ้น

2) สารสกัดเปลือกกระท้อน กระท้อนเป็นแหล่งคอลลาเจนจากธรรมชาติ ที่ช่วยบำรุงผิวของคุณให้ชุ่มชื้น และสดชื่นตลอดเวลา นอกจากนั้นยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ และวิตามินซีสูงที่ช่วยบำรุงผิวให้เต่งตึง แลดูอ่อนเยาว์

3) Kaolin ช่วยดูดซับความมัน ทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

ประกอบด้วย

1) Glycerine กลีเซอรีนนั้นมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น หรือสามารถกักเก็บความชื้นที่อยู่รอบๆ ตัวลงสู่ผิวหนังของเรา และเปรียบเสมือนเกราะป้องกันที่ช่วยป้องกันผิวไม่ให้เกิดการระคายเคืองจากมลภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ผิวยืดหยุ่นและดูอ่อนเยาว์อยู่เสมอ

2) Sodium Alginate ได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล โครงสร้างเป็นเกลืออนินทรีย์ของกรดอัลจินิค (Alginic acid) ชนิดที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหาร คือ Sodium Alginateจะเป็นโพลีเมอร์ของสาร 2 ชนิดคือ D-mannuronic acid และ L-gulopyranosyluronic acid

3) Carbopol 940 เป็นสารโพลิเมอร์ (Rhheology modifier) ช่วยสร้างเนื้อเจลและเพิ่มความหนืดในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวเจลจัดแต่งทรงผมและเจลแอลกอฮอล์ล้างมือลักษณะเป็นผงสีขาวต้อง neutralized ด้วยด่างก่อนใช้งาน ใช้เวลาในการปั่นให้กระจายตัวในน้ำให้เจลใส มีความหนืดมาก ทนทานต่อแอลกอฮอล์ปริมาณสูงได้ดีใช้งานได้ดีในช่วง pH 5.0-9.0

2.6 คุณสมบัติทางกายภาพพอกผิวกาย

การศึกษาครั้งนี้ใช้ เซลล์สาหร่ายหางกระรอกในการทดลองคุณสมบัติควรพอกผิวกายในช่วงเวลาไหน

ออสโมซิส เป็นการแพร่ของตัวทำละลายผ่านเมมเบรนที่มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (differentially permeable membrane) โดยเมมเบรนนี้ยอมให้ตัวถูกละลาย และตัวทำละลายบางชนิดผ่าน การแพร่ของไอออนหรือโมเลกุลของสารจากภายนอกเข้าสู่เซลล์ หรือจากภายในเซลล์ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยอิสระ เนื่องจากมีเมมเบรนเป็นตัวขวางก้นการเคลื่อนที่ของน้ำ หรือตัวทำละลายผ่านเมมเบรนจากค่าพลังงานอิสระ หรือวอเตอร์โพเทนเชียลสูงไปยังที่มีค่าพลังงานอิสระ หรือวอเตอร์โพเทนเชียลต่ำกว่านี้ เรียกว่า ออสโมซิส (สมบุญ 2548) และน้ำบริสุทธิ์มีค่าวอเตอร์ โพเทนเชียลสูงสุดเท่ากับศูนย์ เมื่อมีตัวถูกละลายปนอยู่ในน้ำ ค่าวอเตอร์โพเทนเชียลจะลดลง เนื่องจากมีตัวถูกละลายปนอยู่ เรียกว่า ออสโมติกโพเทนเชียล

การเกิดออสโมซิสมีแรงดันที่เกี่ยวข้อง 2 ชนิด คือ

1. แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) คือแรงดันที่เกิดขึ้น เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายที่ผ่านเยื่อบาง ๆ เช่นเยื่อหุ้มเซลล์ (แรงดันออสโมติกก็คือแรงที่ใช้ต้านการเคลื่อนที่ของน้ำไม่ให้น้ำเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีน้ำมากไปยังบริเวณที่มีน้ำน้อย ดังนั้น หากมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของน้ำไม่มาก น้ำจะเคลื่อนที่ผ่านเยื่อบางๆ ได้มาก (แรงต้านไม่มาก = แรงดันออสโมติกต่ำ) โดยน้ำมีแรงดันออสโมติกต่ำสุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แรงดันเต่ง (turgor pressure) คือแรงดันที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ เนื่องมาจากน้ำแพร่เข้าไปภายในเซลล์แล้วดันให้เซลล์เต่งหรือบวมขึ้นมา เมื่อน้ำเข้าไปภายในเซลล์มากเกินไปในกรณีที่เป็นเซลล์สัตว์อาจเกิดการแตกได้ แต่หากเป็นเซลล์พืชมักจะไม่มีการ แตกของเซลล์ เนื่องจากมีผนังเซลล์คงรูปร่างไว้ สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันจะมีผลต่อเซลล์แตกต่างกันด้วย จึงทำให้แบ่งสารละลายที่อยู่นอกเซลล์ออกได้เป็น 3 ชนิด ตามการเปลี่ยนขนาดของเซลล์ เมื่ออยู่ภายในสารละลายนั้น คือ

   1.1 สารละลายไฮโพโทนิก (Hypotonic solution) คือสารละลายที่มีแรงดันออสโมติกต่ำ หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ (มีน้ำมาก) เมื่อนำเซลล์มาแช่ในสารละลายไฮโพโทนิก น้ำจากสารละลายจะแพร่เข้าสู่เซลล์ส่งผลให้เกิดการเต่งของเซลล์หรือ Plasmoptysis

   1.2 สารละลายไฮเพอร์โทนิก (Hypertonic solution) คือสารละลายที่มีแรงดันออสโมติกสูง หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง (มีน้ำน้อย) ดังนั้น หากนำเซลล์มาแช่ในสารละลายไฮเพอร์โทนิกจะทำให้น้ำจากเซลล์แพร่ออกมายังสารละลายจนทำให้เซลล์เหี่ยว หรือ plasmolysis

   1.3 สารละลายไอโซโทนิก (Isotonic solution) สารละลายที่มีความเข้มข้นภายในเซลล์และภายนอกเซลล์เท่ากัน ดังนั้นหากนำเซลล์ไปแช่ในสารละลายไอโซโทนิกจะทำให้เซลล์ไม่เปลี่ยนรูปร่าง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรัลรัตน์ และคณะ (2553) การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการของผงโปรตีนไหมพันธุ์โนนฤาษีที่เตรียมโดยการสกัดวิธีต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 9.99±0.61, 1.42±0.17 และ 4.58±0.38 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

พนิดา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องขมิ้นชัน : สมุนไพรเพื่อความงาม พบว่าสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน ใช้เป็นองค์ประกอบในตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่าง ๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์บำรุงผิวพรรณ โดยมีรายงานการศึกษาฤทธิ์ ทางเภสัชวิทยาของขมิ้นชันที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงผิวพรรณและความงามได้แก่ ฤทธิ์ต้านการเกิดสิว ฤทธิ์ปกป้องผิว และลดริ้วรอย ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเพื่อลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ชุวารี และคณะ (2021) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากเนื้อเมล็ดมะขามโดย ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากเนื้อเมล็ดมะขามศึกษาประสิทธิผลความชุ่มชื้นทดสอบการระคายเคือง ของผิวหนังประเมินความพึงพอใจของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ในผู้เข้าร่วมวิจัยสุขภาพดี โดยการนำผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากเนื้อเมล็ดมะขามที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด

มารีดี และคณะ (2021) การศึกษาเกี่ยวการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากข้าวสังข์หยดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสม ที่มีส่วนประกอบของ ข้าวสังข์หยด มะขาม ดีเกลือฝรั่ง งาดำ และมะพร้าวอบแห้ง และได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ในมนุษย์ซึ่ง พบว่าผู้ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ไม่มีการระคายเคือง และมีความกระจ่างใสความชุ่มชื้นของผิวหนังเพิ่มขึ้น

Bahari และคณะ (2020) การศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของแป้งในเมล็ดมะม่วงเพื่อกำหนดสูตรสครับขัดผิวจากแป้งเมล็ดมะม่วงเพอร์ลิส ซันไซน์และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติการสครับผิว

Fitriani L. และคณะ (2018) การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างไฮโดรเจลของกรด Usnic acid และประเมินฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อให้เกิดสิว *Propionibacterium acnes* และความเข้มข้นของสารก่อเจล แต่ละชนิดได้รับการปรับให้เหมาะสมสำหรับสูตรเบสไฮโดรเจล และได้รับการทดสอบความคงตัว ความหนืด ค่า pH ของสารก่อเจล และการทดสอบทางจุลชีววิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สารสกัดกระท้อน

3.1.1 สารสกัดเปลือกกระท้อนและสารสกัดเนื้อกระท้อน ได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

3.1.2 เปลือกลำไยอีดอร์และเปลือกกระท้อนอบแห้งได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

3.2.1.1 ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer pH 6.8)

3.2.1.2 กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)

3.2.1.3 เอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase enzyme)

3.2.1.4 น้ำ DI (Deionized water)

3.2.1.5 L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย

3.2.2.1 กลีเซอรีน (Glycerin)

3.2.2.2 เคโอลิไนต์ (Kaolin)

3.2.2.3 ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide)

3.2.2.4 โซเดียมลอเรทซัลเฟต (Sodium lauryl ether sulfate)

3.2.2.5 น้ำกลั่นเกรดเครื่องสำอาง (Cosmetic water)

3.2.2.6 น้ำหอม (Perfume)

3.2.2.7 โพรพิลพาราเบน (Propyl Paraben)

3.2.2.8 โพรพิลีนไกลคอล (Propylene Glycol)

3.2.2.9 เมทิล พาราเบน (Methyl paraben)

3.2.2.10 สเตียริล แอลกอฮอล์ (Stearyl alcohol)

3.2.2.11 สารสกัดเปลือกกระท้อน

3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

3.2.3.1 กลีเซอรีน (Glycerin)

3.2.3.2 คาร์โบพอล 940 (Carbopol 940)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.3 โซเดียมแอลจิเนต (Sodium Alginate)

3.2.3.4 เปลือกกระท้อน

3.2.3.5 เปลือกลำไยอีดอร์

3.2.3.6 สารสกัดเนื้อกระท้อน

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 กระบอกตวง (Cylinder)

3.3.2 กระจกสไลด์ (Glass slides)

3.3.3 กระบอกตวง (Cylinder)

3.3.4 ขวดดูแลน 100 มิลลิลิตร (Duran 100 ml)

3.3.5 ขวดดูแลน 500 มิลลิลิตร (Duran 500 ml)

3.3.6 ช้อนตักสารเคมี (Spatula)

3.3.7 ชุดไมโครปิเปต (Micropipettes)

3.3.8 ทิป (Micropipette tips)

3.3.9 แท่งแก้ว (Glass rod)

3.3.10 บีกเกอร์ (Beaker)

3.3.11 ปากคีบ (Forceps)

3.3.12 ไมโครเพลท 96 หลุม (96 Well plate)

3.3.13 หลอดฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร (Syringe 10 ml)

3.3.14 อะลูมิเนียมฟอยส์ (Aluminium foil)

3.4 เครื่องมือ

3.4.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Lightmicroscope)

3.4.2 เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (Hot plate magnetic stirrer)

3.4.3 เครื่องเขย่าสาร (Vortex)

3.4.4 เครื่องชั่ง (Balance)

3.4.5 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโรค (Autoclave)

3.4.6 เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ (Microplate Reader)

3.5 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopa-chrome ดัดแปลงจากจุฑาภรณ์ (2563) และ Momtaz และคณะ (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดกระท้อน

เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบชุดตัวอย่าง สารสกัด (Sample) โดยผสมตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 60 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 60 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนสความเข้มข้น 25 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ชุดแบลงค์ตัวอย่างสารสกัด (Blank sample) ผสมตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 60 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ชุดควบคุม (Control) ผสมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 140 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนสความเข้มข้น 25 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ชุดแบลงค์ควบคุม (Blank control) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 160 ไมโครลิตร ลงในไมโครเพลท 96 หลุม ทำอย่างละ 3 ซ้ำ บ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย L-Dopa ความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 100, 200, 300, 400 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และคำนวณร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสมการ 3.1

3.5.2 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์

เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ความเข้มข้น 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบชุดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (Sample) โดยผสมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ปริมาตร 60 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 60 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนสความเข้มข้น 298.556 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ชุดแบลงค์ตัวอย่างสารสกัด (Blank sample) ผสมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ปริมาตร 60 ไมโครลิตร กับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ชุดควบคุม (Control) ผสมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 140 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนสความเข้มข้น 298.556 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ชุดแบลงค์ควบคุม (Blank control) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.8 ปริมาตร 160 ไมโครลิตร ลงในไมโครเพลท 96 หลุม ทำอย่างละ 3 ซ้ำ บ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย L-Dopa ความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ โดยเปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 100, 200, 300, 400 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และคำนวณร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสมการ 3.1

$$\% \text{ Tyrosinase Inhibition} = \frac{(\text{Control} - \text{Blank control}) - (\text{Sample} - \text{Blank sample})}{(\text{Control} - \text{Blank control})} \times 100 \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนการประเมินการทำผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

3.6.1 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

วิธีการทดลองผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน ดัดแปลงจาก ซุวารี และคณะ (2564)

1. เตรียมส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากเปลือกกระท้อนใช้อัตราส่วน ดังตารางที่ 3.1

2. เตรียมส่วนผสมประกอบที่ 1 โดยการผสมสาร sodium lauryl ether sulfate, glycerin, titanium dioxide, methyl paraben, propyl paraben, propylene glycol ลงในน้ำ และนำมาให้ความร้อนบน hot plate จนได้ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส

3. เตรียมส่วนผสมประกอบที่ 2 โดยการหลอม stearyl alcohol และ zinc oxide บน hot plate โดยให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส

4. เทส่วนผสมประกอบที่ 1 ลงในส่วนผสมประกอบที่ 2 พร้อมทั้งคนอย่างรวดเร็ว จนเป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิลดลงเหลือ 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3.1 สูตรผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน โดยใช้สารสกัดเปลือกกระท้อน เป็นปริมาณร้อยละ 1, 3, และ 5 (w/w)

ส่วนประกอบ	สูตรที่		
	1	2	3
สารสกัดเปลือกกระท้อน (g)	1	3	5
methyl paraben (g)	0.1	0.1	0.1
Propyl Paraben (g)	0.02	0.02	0.02
sodium lauryl ether sulfate (g)	1	1	1
Propylene Glycol (g)	2	2	2
Glycerin (g)	10	10	10
Zinc Oxide (g)	1	1	1
Stearyl alcohol (g)	4	4	4
Kaolin (g)	45	45	45
Perfume (g)	0.2	0.2	0.2
น้ำกลั่นเกรดเครื่องสำอาง (ml)	35.68	33.68	31.68
ปริมาตรทั้งหมด (ml)	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย

นำผลิตภัณฑ์พอกผิวกายทั้ง 3 สูตรมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป ดังนี้

1. คุณสมบัติทั่วไป โดยสังเกตลักษณะ เนื้อครีม ความเนียน สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายโดยใช้เกณฑ์การประเมินตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.175/2554) โดยมีลักษณะทั่วไป ต้องมีสีสม่ำเสมอ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นบูด กรณีเป็นครีมหรือของเหลวข้นต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน กรณีเป็นผงต้องไม่จับตัวเป็นก้อนการทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และดม

2. การทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยนำผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย จำนวน 1 กรัมเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ใช้กระดาษลิตมัสวัดค่าความเป็นกรด-เบส

3. การทดสอบผลิตภัณฑ์พอกผิวกายบนผิวหนัง โดยการเตรียมสาหร่ายหางกระรอกส่วนใบนำมาทำการใสในผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย โดยผลิตภัณฑ์ 2 กรัม ต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร (รูปที่ 3.1) และทำการส่องกล้องจุลทรรศน์โดยที่จะจับเวลาเป็นรอบ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที โดยที่แต่ละรอบจะทำการเซลล์ส่องสาหร่ายหางกระรอกที่เป็นชุดควบคุม แต่ละรอบของเวลานั้น เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ว่าเซลล์เต่งหรือเซลล์เหี่ยว หลังจากนั้นทำการถ่ายรูปโปรแกรม Image focus alpha

รูปที่ 3.1 สาหร่ายหางกระรอกแช่ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ขั้นตอนการประเมินการทำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

3.7.1 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

วิธีการทดลองผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน ดัดแปลงจาก Fitriani L. และคณะ (2019)

1. เตรียมส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนใช้อัตราส่วนดังตารางที่ 3.2

2. เตรียมสารสกัดเนื้อกระท้อนผสมกับน้ำ หลังจากนั้นค่อย ๆ ใส่ Carbopol 940 หรือ Sodium Alginate ลงไปพร้อมกวนเบา ๆ ด้วยเครื่องกวนสารละลาย และ Glycerin ลงไป

3. เตรียมส่วนผสมเปลือกลำไยอีดอร์ และเปลือกกระท้อนอบแห้งผสมลงในเนื้อเจลที่เตรียมไว้บนเครื่องกวนสารละลาย

ตารางที่ 3.2 สูตรผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

ส่วนประกอบ	สูตรที่	
	1	2
Carbopol 940 (%)	-	3.5
Sodium Alginate (%)	2.63	-
Glycerin (%)	10	10
สารสกัดเนื้อกระท้อน (%)	0.1	0.1
เปลือกกระท้อน (%)	1	1
เปลือกลำไยอีดอร์ (%)	1	1
ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเกรดเครื่องสำอางค์ (%)	100	100

3.7.2 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

1. คุณสมบัติทั่วไป โดยสังเกตลักษณะ เนื้อเจล ความเนียน สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวโดยใช้เกณฑ์การประเมินตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.175/2554) โดยมีลักษณะทั่วไปต้องมีสีสม่ำเสมอ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นบูด กรณีเป็นครีมหรือของเหลวข้นต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน กรณีเป็นผงต้องไม่จับตัวเป็นก้อน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและดม

2. การทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยนำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว จำนวน 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ใช้กระดาษลิตมัสวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. การทดสอบผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวบนผิวหนัง โดยการเตรียมสาหร่ายหางกระรอกส่วนใบนำมาทำการใส่ในผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว โดยผลิตภัณฑ์ 2 กรัม ในน้ำ 1 มิลลิลิตร (รูปที่ 3.1) และทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่องกล้องจุลทรรศน์โดยที่จะจับเวลาเป็นรอบ 5, 10 และ 15 นาที โดยที่แต่ละรอบจะทำการเซลล์ส่องสาหร่ายหางกระรอกที่เป็นชุดควบคุมแต่ละรอบของเวลานั้น ๆ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ว่าเซลล์เต่งหรือเซลล์เหี่ยว หลังจากนั้นทำการถ่ายรูปผ่านโปรแกรม Image Focus Alpha

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกกระท้อน และเนื้อกระท้อน

ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopa-chrome ของสารสกัดเปลือกกระท้อนและเนื้อกระกระท้อน ทดสอบกับเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ความเข้มข้น 25 ยูนิตต่อมิลลิลิตร โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเทียบกับ สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ที่แสดงความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกที่ 100-500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยได้สมการกราฟมาตรฐานของ กรดแอสคอร์บิก คือ y = 0.925x โดยจากการหาร้อยละ การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยโปรแกรม Excel พบว่า สารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 76.37 และสารสกัดเปลือกกระท้อนที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 62.08 (ตารางที่ 4.1) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดเปลือกกระท้อนที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 4.1 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส			ค่าเฉลี่ย±SD
	1	2	3	
สารสกัดเปลือกกระท้อน (500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	64.55	61.02	60.66	62.08±0.2
สารสกัดเปลือกกระท้อน (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	73.65	79.02	76.44	76.37±0.14

หมายเหตุ ค่า ±SD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) เป็นค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเนื้อกระท้อน ที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส			ค่าเฉลี่ย±SD
	1	2	3	
สารสกัดเนื้อกระท้อน (500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	23.21	24.59	26.14	24.64±
สารสกัดเนื้อกระท้อน (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	52.81	49.05	51.62	51.16±

หมายเหตุ ค่า ±SD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) เป็นค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง

4.2 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย

ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopa-chrome ของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน ทดสอบเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ความเข้มข้น 298.556 ยูนิตต่อมิลลิลิตร โดยใช้ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายที่ 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เทียบกับกรดแอสคอร์บิก ที่แสดงความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งใช้ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกที่ 100-400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยได้สมการกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก คือ y = 0.1954x โดยจากการหาร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยโปรแกรม Excel พบว่า ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนของแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกกระท้อนโดยแบ่งออกเป็น ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายที่ไม่ใส่สารสกัดเปลือกกระท้อน มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 32.29 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 1 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 42.66 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 2 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 71.71 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 88.01 (ตารางที่ 4.3) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 มีการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสารสกัดเปลือกกระท้อน ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส		ค่าเฉลี่ย±SD
	1	2	
ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายที่ไม่ใส่สารสกัด	31.82	32.76	32.29±0.77
ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 1	43.94	41.38	42.66±0.65
ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 2	72.73	70.69	71.71±0.34
ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 3	86.36	89.66	88.01±0.2

หมายเหตุ ค่า ±SD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) เป็นค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

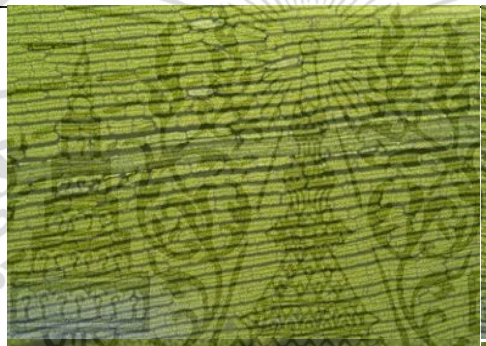
คุณสมบัติ	สูตรตำรับผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	ไม่ใส่สารสกัด
ลักษณะทั่วไป	มีความหนืดเล็กน้อย และไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีการแยกชั้นตกตะกอน	มีความหนืดปานกลางและเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน	มีความหนืดมาก เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน	มีความหนืดน้อย เนื้อมีการแยกชั้นตกตะกอน
สี	ส้มอ่อน	ส้มอ่อน	ส้มอิฐ	ขาวขุ่น
กลิ่น	ดอกกุหลาบ	ดอกกุหลาบ	ดอกกุหลาบ	กลิ่นหอมดอกกุหลาบ
ค่า pH	6.5	7	7	6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการประเมินคุณสมบัติพอกผิวกาย

การทดสอบคุณสมบัติพอกผิวกาย โดยใช้วิธีทดลองในเซลล์สาหร่ายหางกระรอก เพื่อใช้ในการบ่งบอกว่าควรพอกผิวในช่วงเวลาไหน และดูการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ ว่าเกิดการออสโมซิสแบบ Hypertonic solution คือสารละลายที่มีแรงดัน ออสโมติกสูง หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง (มีน้ำน้อย) ดังนั้นหากนำเซลล์มาแช่ในสารละลายไฮเพอร์โทนิกจะทำให้น้ำจากเซลล์แพร่ออกมายังสารละลายจนทำให้เซลล์เหี่ยว หรือ plasmolysis

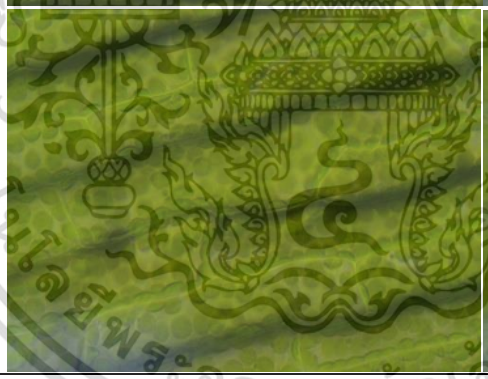
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายสูตรที่ 3 เซลล์เริ่มต้นของเซลล์สาหร่ายหางกระรอก และเซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 5 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

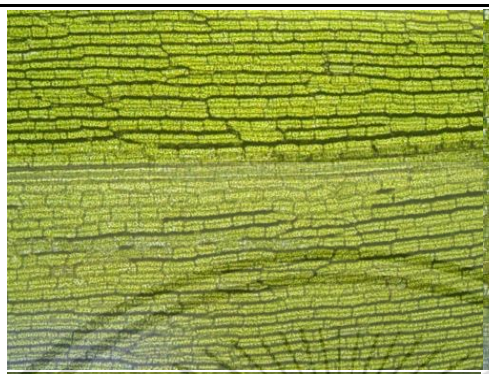
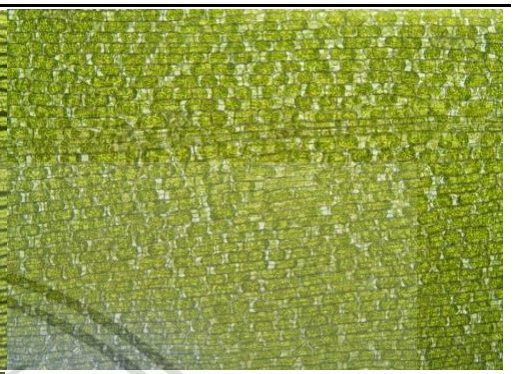
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 10 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลง

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

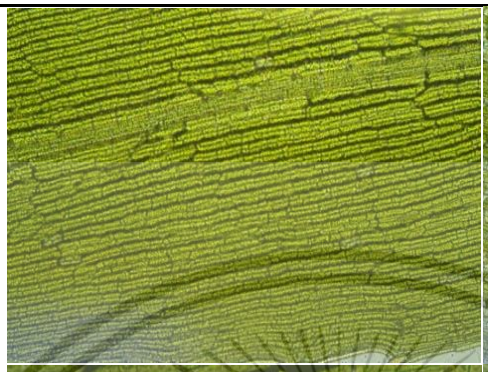
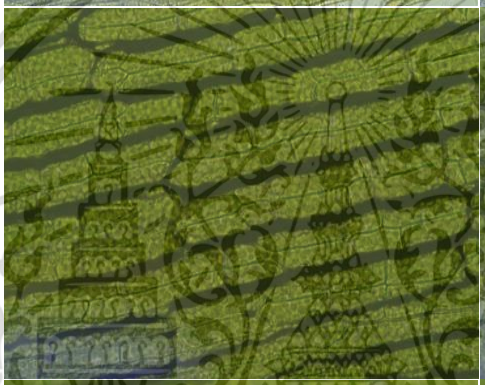
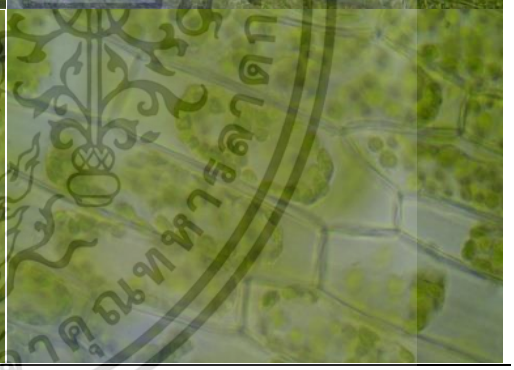
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 15 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลง

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

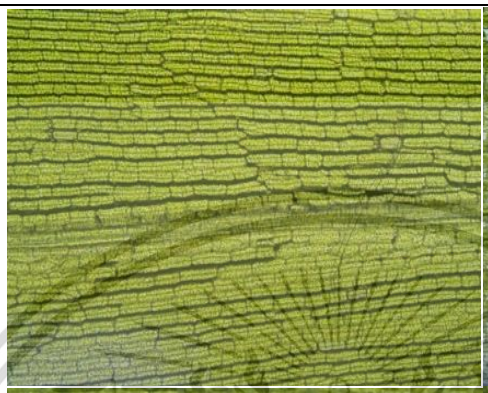
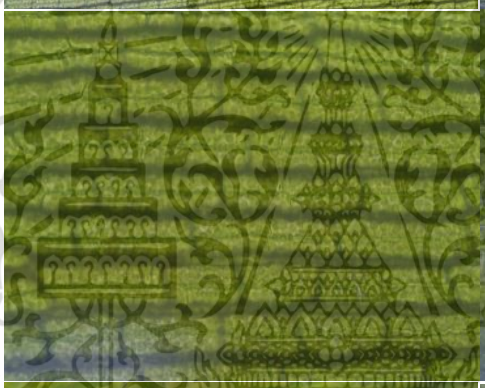
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 20 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลง

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 25 นาที เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลงอย่างสมบูรณ์

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย 30 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื้อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลงอย่างสมบูรณ์

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

จากผลการทดลองเซลล์สาหร่ายหางกระรอกของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย จากตารางจะเห็นได้ว่ามีการเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution พบว่า ควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10–20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการประเมินฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

4.4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนทั้ง 4 สูตร

ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ (µg/ml)	เปอร์เซ็นต์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส			ค่าเฉลี่ย±SD
	1	2	3	
Control Carbopol 940	16.71	18.46	15.29	16.82±0.92
Carbopol 940+500	56.43	59.19	54.87	56.83±1.26
Carbopol 940+850	61.34	63.85	59.61	61.6±1.23
Control Sodium Alginate	3.72	6.18	4.53	4.81±0.72
Sodium Alginate+500	7.85	10.23	8.49	8.86±0.71
Sodium Alginate+850	10.88	12.57	9.23	10.89±0.96

หมายเหตุ 500,850 คือขนาดของเปลือกลำไยอีดอร์และเปลือกกระท้อนที่นำไปร่อนผ่านตะแกรงมีหน่วยเป็นไมครอน

4.4.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

นำผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวทั้ง 4 สูตรมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปพบว่า มีลักษณะ เนื้อเจล มีความสากของตัวเจลเนื่องจากเปลือกลำไยอีดอร์และเปลือกกระท้อนไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน สีใสออกโทนน้ำตาล มีค่า pH เท่ากับ 5-6 และนำไปทดสอบกับสาหร่ายหางกระรอกเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการพอกผิวกาย พบว่า ควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10-15 นาที

4.4.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

1) เนื้อเจลของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวมีความหนืด มีเนื้อสัมผัส และมีความแข็ง เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตอน

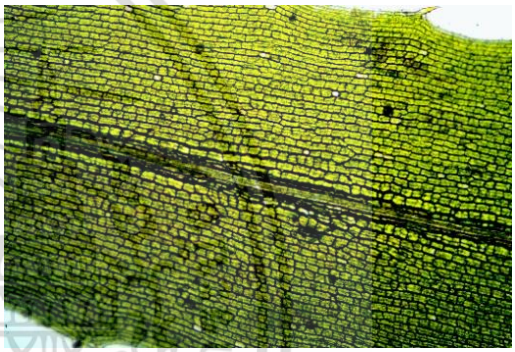
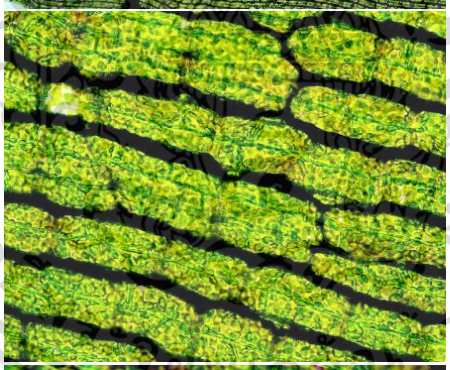
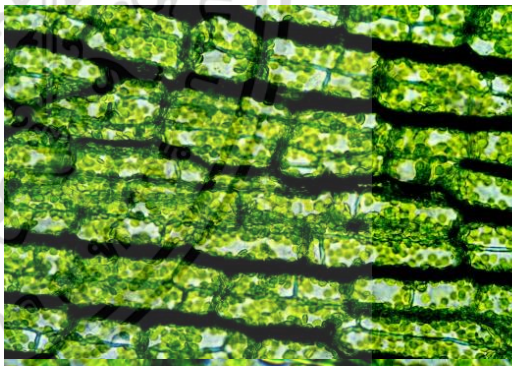
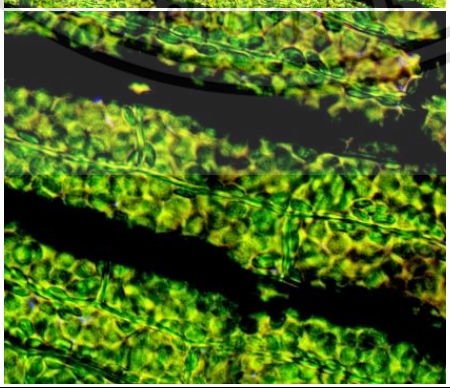
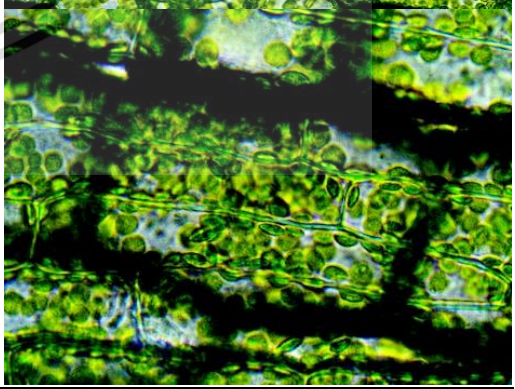
2) สี มีลักษณะออกเฉดทางน้ำตาลอมเหลือง ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบจะมีลักษณะคล้ายกับสีทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการประเมินคุณสมบัติผงขัดผิว

การทดสอบคุณสมบัติผงขัดผิว โดยใช้วิธีทดลองในเซลล์สาหร่ายหางกระรอก เพื่อใช้ในการบ่งบอกว่าควรใช้เวลาเท่าใดในการขัดผิว และดูการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ ว่าเกิดการออสโมซิสแบบ Hypertonic solution คือสารละลายที่มีแรงดัน ออสโมติกสูง หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง (มีน้ำน้อย) ดังนั้นหากนำเซลล์มาแช่ในสารละลายไฮเพอร์โทนิกจะทำให้น้ำจากเซลล์แพร่ออกมายังสารละลายจนทำให้เซลล์เหี่ยว หรือ plasmolysis

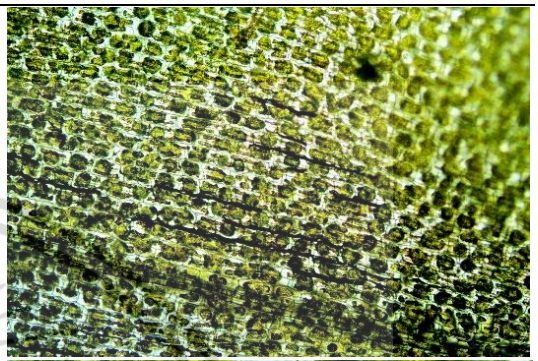
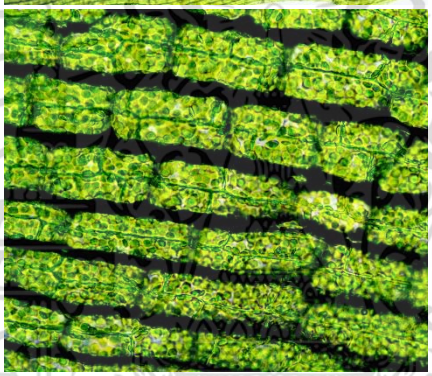
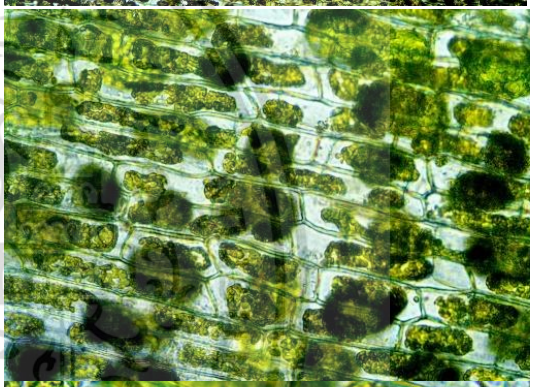
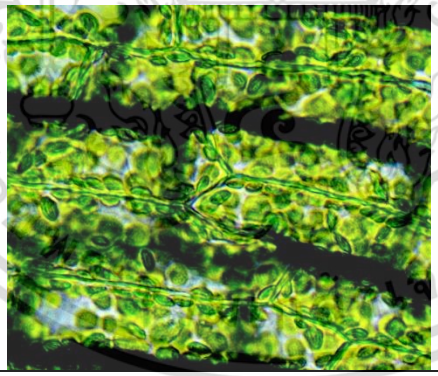
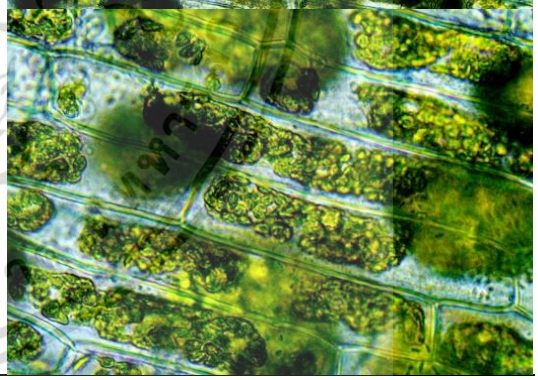
ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 5 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลง

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

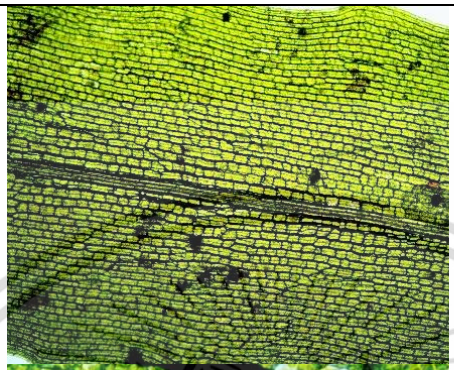
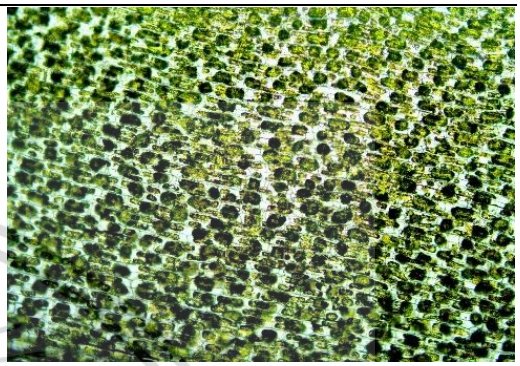
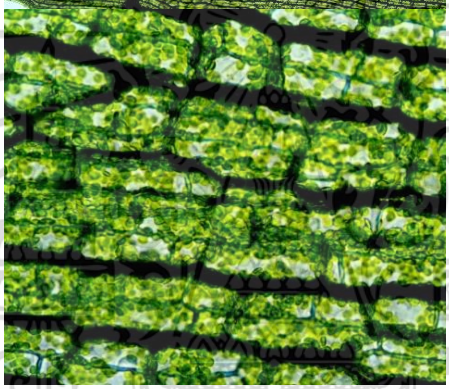
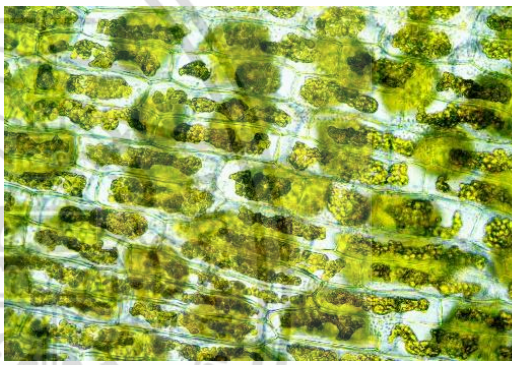
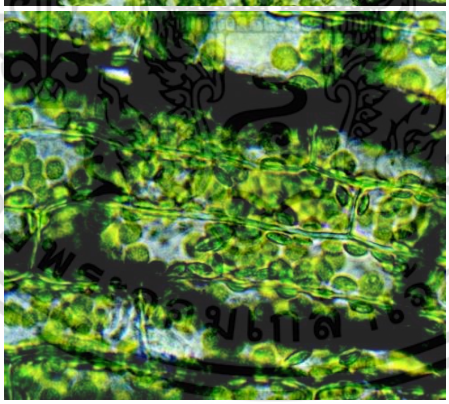
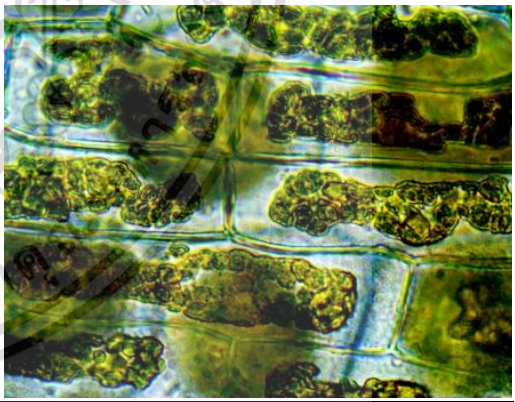
ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 10 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลงอย่างสมบูรณ์

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบเซลล์สาหร่ายหางกระรอกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว 15 นาที เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีการเหี่ยวตัวลงอย่างสมบูรณ์

กำลังขยายวัตถุ	เซลล์สาหร่ายหางกระรอก	เซลล์สาหร่ายหางกระรอกที่แช่ในผลิตภัณฑ์
10X		
40X		
100X		

หมายเหตุ 10x คือ กำลังขยาย 10 เท่า 40x คือ กำลังขยาย 40 เท่า และ 100x คือ กำลังขยาย 100 เท่า

จากผลการทดลองเซลล์สาหร่ายหางกระรอกของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว จากตารางจะเห็นได้ว่ามีการเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบ Hypertonic solution พบว่า ควรใช้ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวภายในช่วงระยะเวลา 10-15 นาที จะไม่ทำให้ผิวเหี่ยวหรือแห้งกร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน

ผลการประเมินฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Dopa-chrome ของสารสกัดเปลือกกระท้อน พบว่า สารสกัดเปลือกกระท้อนความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับ 62.08 และที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับ 76.37 จึงสรุปได้ว่า สารสกัดเปลือกกระท้อนมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จึงนำมาผสมเป็นผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน จำนวนทั้งหมด 3 สูตร ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 3 และ 5 ตามลำดับ

จากการประเมินฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน ทั้งหมด 3 สูตร ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเท่ากับ 88.01 มีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสดีที่สุด จึงนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนสูตรที่ 3 พบว่า มีลักษณะ เนื้อครีมที่หนืดมาก เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน สีส้มอิฐ กลิ่นดอกกุหลาบ มีค่า pH เท่ากับ 7 และนำไปทดสอบกับสาหร่ายหางกระรอกเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการพอกผิวกาย พบว่า ควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10–20 นาที

5.1.2 ผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

ผลการประเมินฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Dopa-chrome ของสารสกัดเนื้อกระท้อน พบว่า สารสกัดเนื้อกระท้อนที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับ 51.16 จึงสรุปได้ว่า สารสกัดเนื้อกระท้อนมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จึงนำสารสกัดเนื้อกระท้อนที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาใช้ในผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน จำนวนทั้งหมด 2 สูตร โดยใช้ความเข้มข้นเดียวกัน แต่ต่างกันที่สารประกอบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

จากการประเมินฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน ทั้งหมด 2 สูตร ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนสูตรที่ใช้ Carbopol 940 มีค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเท่ากับ 61.34 มีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสดีที่สุด จึงนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนสูตรที่ Carbopol 940 พบว่า มีลักษณะ เนื้อเจล มีความสากของตัวเจลเนื่องจากเปลือกลำไยอีดอร์และเปลือกกระท้อน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน สีใสออกโทนน้ำตาล มีค่า pH เท่ากับ 5-6 และนำไปทดสอบกับสาหร่ายหางกระรอกเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการพอกผิวกาย พบว่า ควรพอกผิวกายในช่วงระยะเวลา 10-15 นาที

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของผลิตภัณฑ์ผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อนและผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อนเพียงเท่านั้น ดังนั้นควรมีการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ,ทดสอบความเป็นพิษและฤทธิ์ต้านการอักเสบเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชฎาพร เกลี้ยงจันทร์ และสุวรรณ ผลใหม่. 2560. “ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของปาล์มสาคู.” หน้า 7 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ชุวารี เจ๊าะอาแว, สุไฮนี ขาแดร์, ปิยะนุช สุวรรณรัตน์, ศิริรัตน์ ศรีรักษา. 2021. การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากเนื้อเมล็ดมะขาม. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก.

จุฑาภรณ์ ผลมะขาม. 2563. ปัจจัยที่มีผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากใบสัก. วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทักษอร รัตนยุวัน. 2557. การพัฒนาตัวพาอนุภาคนาโนไขมันที่บรรจุสารสกัดดอกดาวเรืองเพื่อยับยั้ง ฤทธิ์เอนไซม์ไทโรซิเนส. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระชัย ธนานันต์ และทีปกา มีเสงี่ยม 2560. การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกระท้อน ด้วยเครื่องหมายสก๊อต. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ประไพพิศ อินเสน. 2561. การยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รี ไทวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 12(2): 69-82.

มารีดี ยูโซ๊ะ, เอาดีย์ หวันเมือง, ปิยะนุช สุวรรณรัตน์ และศิริรัตน์ ศรีรักษา. 2564. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผิวจากข้าวสังข์หยด. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 19(2): 411-423.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ และ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์. 2548. สรีรวิทยาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์, สุพนิดา วินิจฉัย, หทัยรัตน์ ริมคีรี, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และสุคันธรส ธาดากิตติ สาร. 2553. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ไทโรซิเนสสมบัติทางกายภาพและเคมีบาง ประการของผงโปรตีนไหมพันธุ์โนนฤาษีที่เตรียมโดยการสกัดวิธีต่าง ๆ . 319-327. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. กรุงเทพฯ.

Aisha, A.F.A. Sahid, H.B. Abu-Salah, K.M. Darwis, Y. and Abdul Majid, A.M.S. 2009. Cytotoxic and Anti-Angiogenic Properties of the Stem Bark Extract of *Sandoricum koetjape*. International Journal of Cancer Research. 5(3): 105-114.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

Ando, H., Kondoh, H., Ichihashi, M. and Hearing, V. J. 2007. Approaches to identify inhibitors of Melanin biosynthesis via the quality control of tyrosinase. Journal of Investigative Dermatology. 127(4). 751-761.

Bahari, R., Kasim, K. F. and Ya'acob, W. W. 2021. Perlis Sunshine mango seed flour body scrub: Product development for physical and sensory properties. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 765(1): 1-12.

Chantarasaka, S., Chareonsap, P. P., และ Poeaim, S.// Identification of phenolic compounds and Evaluation of biological activities of methanolic extracts obtained from two varieties of longan (*Dimocarpus longan*) peels. 18(1). 63-76.

Elijah, A. O., Onwuchekwa, E. C. and Ekeleme, U. G. 2016. Phytochemical constituents and antimicrobial activity of *Sandoricum koetjape* leaf and seed extracts on clinical isolates from patients. Unique Research Journal of Medicine and Medical Sciences. 4(2): 104.

Fitriani, L., Afifah, Ismed, F. and Bakhtiar, A. 2019. Hydrogel formulation of usnic acid and antibacterial activity test against *Propionibacterium acne*. Scientia Pharmaceutica. 87(1): 1.

Homklob, J. 2010. Free radical scavenging capacity, tyrosinase inhibition activity and total phenolics content of ethyl acetate extracts from Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica* L.) in Thailand. The 48th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok.

Otutu, A.E. Elendu, C.O. and Ekeleme, U.G. 2016. "Photochemical Constituents and Antimicrobial Activity of Sandoricum koetjape Leaf and Seed Extract on Clinical Isolates from Patients."Unique Research Journal of Medical and Medical Sciences. 4(6): 69-76.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

1. Phosphatebuffer pH 6.8

เตรียมสารละลาย A ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ โดยชั่งสาร $Na_2HPO_4.2H_2O$ ปริมาณ 7.80 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร และเตรียมสารละลาย B ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ โดยชั่งสาร $NaH_2PO_4.2H_2O$ ปริมาณ 8.90 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จากนั้นผสมสารละลาย A ปริมาตร 24.50 มิลลิลิตร กับสารละลาย B ปริมาตร 25.50 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.8 จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. L-DOPA (L-3, 4-dihydroxyphenylalanine)

เตรียมสารละลาย L-DOPA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยชั่งสาร L-DOPA 4.93 มิลลิกรัม ละลายด้วยสารละลาย Phosphate buffer pH 6.8 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

3. เอนไซม์ไทโรซิเนส

เตรียมเอนไซม์ไทโรซิเนส ความเข้มข้น 298.556 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยทำการเจือจางสารละลายจาก stock ของเอนไซม์ไทโรซิเนสความเข้มข้น 2,687 ยูนิตต่อมิลลิลิตร โดยดูดสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนสจาก stock ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ผสมกับสารลาย Phosphate buffer pH 6.8 ปริมาตร 800 ไมโครลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

การคำนวณเกี่ยวกับฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

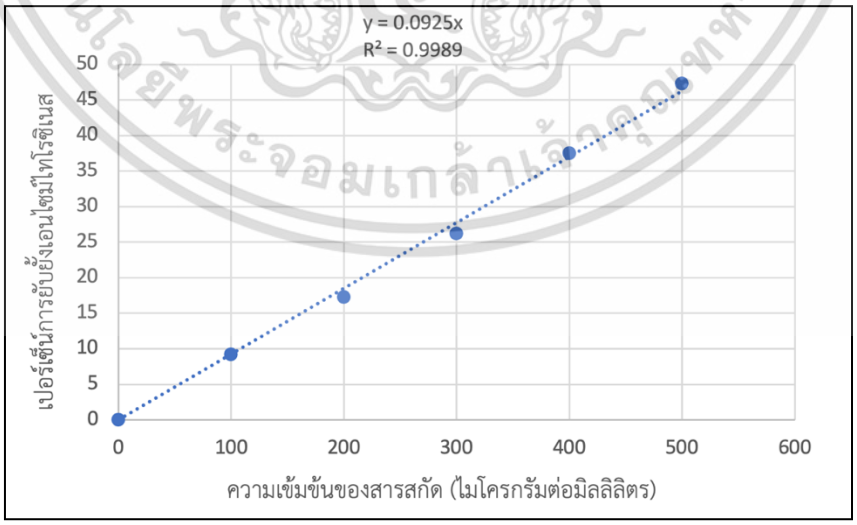
1. การคำนวณกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย

วิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยใช้กราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกจากค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ดังตารางภาคผนวกที่ ข-1 และแสดงกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ดังรูปภาคผนวกที่ ข-1

ตารางภาคผนวกที่ ข-1 ค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส		ค่าเฉลี่ย±SD
	1	2	
100	12.37	6.02	9.2±0.6
200	22.23	12.34	17.29±0.55
300	33.55	18.85	26.2±0.5
400	50.82	24.11	37.47±0.43
500	62.89	31.73	47.31±0.36

หมายเหตุ ค่า ±SD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) เป็นค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

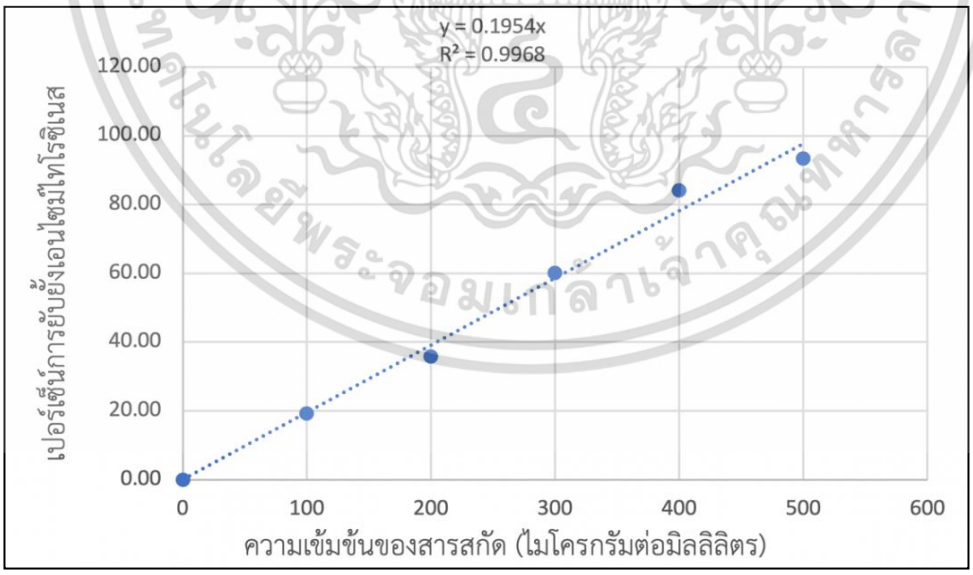
2. กราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกผลิตภัณฑ์ผงขัดผิว

วิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยใช้กราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกจากค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ดังตารางภาคผนวกที่ ข-1

ตารางภาคผนวกที่ ข-2 ค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	ค่าเฉลี่ย±SD
100	19.23	19.23±0.56
200	35.8	35.8±0.45
300	60.12	60.12±0.28
400	84.15	84.15±0.11
500	93.4	93.4±0.05

หมายเหตุ ค่า ±SD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) เป็นค่าที่ใช้แสดงความแม่นยำของการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง



รูปที่ 4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ 2566

ข้าพเจ้า นาย ฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล รหัสประจำตัว 62050485

นางสาว พิมพ์ชนก ขำใบ รหัสประจำตัว 62050523

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา ขอรับรองว่า โครงงานพิเศษ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายจากสารสกัดเปลือกกระท้อน และผงขัดผิวจากสารสกัดเนื้อกระท้อน

Development of body mask products from the peels santol fruit extract and body scrub from the flesh santol fruit extract ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 2.49%

ลงชื่อ.....ฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล..... ลงชื่อ.....พิมพ์ชนก ขำใบ.....

(ฐิติ เล้าเจริญฤทธิกุล) (พิมพ์ชนก ขำใบ)

นักศึกษา นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้