



รายงานการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเปลือกหุ้ม
เมล็ดมะขาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Cosmeceuticals for Value Adding from
Tamarind Seed Husk Waste, Phetchabun Province

ชนากานต์ วิญญกุล
วิไลพร ปองเพียร
สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเปลือกหุ้ม
เมล็ดมะขาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Cosmeceuticals for Value Adding from
Tamarind Seed Husk Waste, Phetchabun Province

ชนากานต์ วิญญกุล

วิไลพร ปองเพียร

สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย

งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบ

จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2559

(ก)

ชื่องานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม
ในจังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Cosmeceuticals for Value Adding from
Tamarind Seed Husk Waste, Phetchabun Province

ผู้วิจัย ชนาภานต์ วิญญกุล
วิไลพร ปองเพียร

สาขาวิชา เคมี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากการสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ในงานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาวิธีการสกัด เวลา และตัวทำละลาย ที่เหมาะสม โดยศึกษาทั้งหมด 3 วิธี คือวิธีการแช่ วิธีการหั่นเลต และวิธีการฟลักซ์ ศึกษาตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและน้ำในอัตราส่วน 100 : 0, 70 :30, 50:50, 30:70 และ 0:100 (v/v) และจากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พบว่าวิธีการฟลักซ์เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ใช้ในการสกัดเพราะใช้เวลาในการสกัดน้อยที่สุดคือ 2 ชั่วโมง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานน้อยแต่ได้ผลผลิตร้อยละมาก และตัวทำละลายอัตราส่วน 70 :30 (v/v) มีความเหมาะสมที่สุดเพราะให้ปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด และการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดที่ได้จากวิธีการหั่นเลตในตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (70:30) ให้ค่า IC_{50} ดีที่สุด และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิว เจลบำรุงผิว สบู่เหลว และลิปบาล์ม ได้คะแนนประเมินความพึงพอใจจากผู้ทดลองใช้ในระดับพอใช้ถึงระดับดี

คำสำคัญ : เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม, สารประกอบฟีนอลิก, รีฟลักซ์, หั่นเลต, สารต้านอนุมูลอิสระ,
เครื่องสำอาง

Research Title	The Development of Cosmeceuticals for Value Adding from Tamarind Seed Husk Waste, Phetchabun Province
Name	Chanakan Winyakul Wilaiporn Pongpien
Department	Chemistry Phetchabun Rajabhat University 2017

Abstract

This research aimed to lead phenolic compounds from tamarind seeds husk extracts were developed and applied into cosmetic products. The research started by study the suitable extraction methods, times and solvents, studied in 3 methods, soaking, soxhlet and reflux. The study solvent mixture of ethanol and water in ratio 100 : 0, 70 :30, 50:50, 30:70 and 0:100 (v/v) and the phenolic contents analysis was found that the reflux extraction is the best method because used extraction times for 2 hour. These results in less energy consumption but gave more percent yields and the solvent mixture in ratio 70:30 (v/v) gave the suitable cause it has the highest phenolic contents. The study of antioxidant by using DPPH method found that the extracts from soxhlet method in solvent mixture in ratio 70:30 (v/v) gave the optimum IC_{50} . The applied extracts into cosmetic products, lotion, gel skincare, liquid soap and lip blame has fair until good satisfaction rating from users.

Keywords : Tamarind Seed Husk, Phenolic compounds, Reflux, Soxhlet, Antioxidant,
Cosmetics

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์ โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำ และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ทั้งนักศึกษา เจ้าหน้าที่ และอาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยเพื่ออำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ให้แก่ผู้วิจัย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอันจะส่งผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามแก่ชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้ทำการวิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ชนากานต์ วิญญกุล

วิไลพร ปองเพียร

26 กรกฎาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
5 ขอบเขตโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
1 มะขาม.....	4
2 สารประกอบฟีนอลิก	8
3 สารต้านอนุมูลอิสระ	9
4 การสกัด	10
5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	18
2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	19
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	19
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	32
4.1 ผลการสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	32
4.2 ผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม.....	34
4.3 ผลการวิเคราะห์ต้านอนุมูลอิสระ	37
4.4 ผลการประยุกต์ใช้สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัด เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม.....	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	74
ภาคผนวก ก ประมวลภาพงานวิจัย	49
ภาคผนวก ข ข้อมูลตารางผลการวิจัย กราฟมาตรฐาน และการคำนวณ	54
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจ	66
ประวัติคณะผู้วิจัย	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	18
3-2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	19
3-3 การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีการแช่.....	20
3-4 การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีการชอห์กเลต.....	21
3-5 การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีการรีฟลักซ์.....	22
3-6 ส่วนผสมของครีมบำรุงผิว.....	25
3-7 ส่วนผสมของเจลบำรุงผิว.....	26
3-8 ส่วนผสมของสบู์เหลว.....	27
3-9 ส่วนผสมของลิปบาล์ม.....	28
4-1 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีการแช่.....	32
4-2 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีชอห์กเลต.....	33
4-3 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่ โดยวิธีการสกัดรีฟลักซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วนต่างๆ.....	33
4-4 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm. ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก.....	34
4-5 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีการแช่.....	35
4-6 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีชอห์กเลต.....	36
4-7 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีรีฟลักซ์.....	36
4-8 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีรีฟลักซ์ ในตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำอัตราส่วน 70:30.....	37
4-9 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm และร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีชอห์กเลต เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ วิธีรีฟลักซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง.....	37
4-10 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm และร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารมาตรฐาน (Trolox , Ascorbic acid).....	39

สารบัญ (ต่อ)

4-11	ตารางแสดงค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%Inhibition) ของสารมาตรฐาน และสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยวิธีซอห์กเลต และวิธีฟลักซ์ รายงานผลเป็นค่า IC_{50}	40
4-12	ตารางแสดงผลการประยุกต์ใช้สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัด เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม.....	41
4-13	ข้อมูลอาสาสมัครที่ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ.....	42
4-14	ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ เจลบำรุงผิว.....	43
4-15	ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ ครีมบำรุงผิว.....	43
4-16	ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ สบู่เหลว.....	44
4-17	ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ ลิปปาล์ม.....	44
ผข 1	แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลผลิตร้อยละ ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีแช่.....	55
ผข 2	แสดงค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีแช่	56
ผข 3	แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลผลิตร้อยละ ที่ได้จากวิธีซอห์กเลต	57
ผข 4	แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีซอห์กเลต	58
ผข 5	แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลผลิตร้อยละ ที่ได้จากวิธีฟลักซ์.....	59
ผข 6	แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีฟลักซ์ใน อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ 70:30	58
ผข 7	แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีฟลักซ์ในตัว ทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วนต่างๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง.....	58

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 มะขาม	4
2-2 เมล็ดมะขาม	5
2-3 องค์ประกอบของเมล็ด	7
2-4 โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก	8
2-5 Soxhlet extraction apparatus	11
2-6 การสกัดแบบไหลย้อนกลับ	12
4-1 กราฟมาตรฐาน gallic acid ที่ความยาวคลื่น 765 nm	34
ผก 1 เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามบดผง	50
ผก 2 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการแช่ด้วยตัวทำละลายเอทานอล:น้ำ	50
ผก 3 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีชอกห์เลต ด้วยตัวทำละลายเอทานอล:น้ำ	50
ผก 4 สารสกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	51
ผก 5 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 765 nm	51
ผก 6 วิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm	51
ผก 7 ผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม สำหรับที่ 1 และสำหรับที่ 2	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ผก 8	ผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม สำหรับที่ 1 2 และ 3.....	52
ผก 9	ผลิตภัณฑ์สบู่เหลว สำหรับที่ 1	52
ผก 10	ผลิตภัณฑ์ลิปบาล์มสำหรับที่ 1	52
ผข 1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารมาตรฐาน Trolox	60
ผข 2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารมาตรฐาน Ascorbic	60
ผข 3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (100:0)	61
ผข 4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (70:30)	61
ผข 5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (50:50)	62
ผข 6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (30:70)	62
ผข 7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (0:100)	63
ผข 8	กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก.....	63
ผข 9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้น ของสารมาตรฐาน Trolox	65

(၇)

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

มะขามจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากจะมีการนำผลผลิตมะขามจากไร่มะขามจำหน่ายแล้ว ยังมีการนำมาแปรรูปกลายเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อจำหน่ายอีกด้วย โดยส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์มะขามจะใช้เฉพาะส่วนของเนื้อมะขาม ดังนั้นส่วนที่เป็นเมล็ดจึงกลายเป็นเศษเหลือทิ้ง เมล็ดมะขามจะถูกห่อหุ้มด้วยส่วนเปลือกหุ้มเมล็ด ที่มีสารในกลุ่มของโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงเกือบเทียบเท่าในเมล็ดของงุ่น จัดอยู่ในกลุ่มสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีคุณสมบัติในการช่วยชะลอความแก่ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการสร้างเมลานินบริเวณผิวหนัง ส่งผลทำให้ผิวขาวกระจ่างใสขึ้นอีกด้วย และเนื่องด้วยมนุษย์จำเป็นต้องมีสังคม ซึ่งจะต้องพบปะผู้คนและมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เพื่อสร้างความประทับใจให้กับบุคคลเหล่านั้น นอกจากจะมีทัศนคติและบุคลิกภาพที่ดีแล้ว ด้านรูปลักษณ์ภายนอกก็ถือว่ามีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างความประทับใจ ดังนั้นคนส่วนใหญ่จึงใส่ใจในการดูแลรูปลักษณ์ภายนอกของตนเองมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง หน้าตา หรือผิวพรรณ โดยการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่างๆ ในการชำระร่างกาย และบำรุงผิวพรรณ ที่มีส่วนผสมจากสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติเพื่อความปลอดภัยและไม่มีสารตกค้าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากวัตถุดิบที่มีต้นทุนสูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีราคาสูงตามไปด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการนำสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อการทำมาค้าสะดวก และการบำรุงผิว ที่มีต้นทุนต่ำ เนื่องจากการใช้วัตถุดิบเหลือทิ้ง ทำให้เกิดการสร้างมูลค่าให้กับวัตถุดิบ อีกทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการลดมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสู่การสร้างอาชีพ หารายได้เพิ่มเติมให้กับเกษตรกรที่ปลูกมะขามอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อนำเปลือกเมล็ดมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้มาพัฒนาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เป็นการเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจ และลดขยะเหลือทิ้งจากเปลือกเมล็ดมะขาม

2.2 เพื่อศึกษาวิธีการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามให้ได้ต้นทุนต่ำและวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่มีต้นทุนต่ำ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สารสกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อการทำมาค้าขายและการบำรุงผิว โดยมีต้นทุนต่ำ

3.2 เกษตรกรผู้ปลูกมะขามและกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปมะขาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากเปลือกเมล็ดมะขาม

3.3 สามารถลดมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม โดยการลดขยะจากการแปรรูปมะขาม

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นเตรียมการ

4.1.1 ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 ศึกษาวิธีการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ

4.1.3 ศึกษาวิธีการนำสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

4.2 ขั้นตอนดำเนินการ

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัดต้านอนุมูลอิสระ จากเปลือกเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม และใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

2. เครื่องมือทางเคมีที่ใช้ในการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

4.2.2 รวบรวมผลที่ได้จากการวิจัย

4.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.3 ขั้นสรุปผลและเผยแพร่

4.3.1 เขียนรายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์

4.3.2 นำผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรเกษตรกรผู้ปลูกมะขามและกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปมะขาม ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเสริมอาชีพ สร้างรายได้เพิ่ม

4.3.3 นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ หรือตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติ/นานาชาติ

5. ขอบเขตของโครงการวิจัย

5.1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ มะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ วิธีการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามให้ได้ต้นทุนต่ำ วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

5.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดได้
2. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ
3. ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น สบู่เหลว สบู่ก้อน โลชั่นบำรุงผิว ครีมบำรุงผิว สครับขัดผิว เป็นต้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. มะขาม

มะขาม เป็นไม้เขตร้อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาแถบประเทศซูดาน ต่อมามีการนำเข้ามาในประเทศไทยแถบเขตร้อนของเอเชีย และประเทศแถบละตินอเมริกา และในปัจจุบันมีมากในเม็กซิโก ชื่อมะขามในภาคต่างๆ เรียก มะขามไทย (ภาคกลาง) ขาม (ภาคใต้) ตะลุม (โคราช) ม่วงโคดิ่ง (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) อำเปยล (เขมร-สุรินทร์) ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า tamarind หรือ Indian date มะขามเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่แตกกิ่งก้านสาขามากไม่มีหนาม เปลือกต้นขรุขระและหนา สีน้ำตาลอ่อน ใบ เป็นใบประกอบ ใบเล็กออกตามกิ่งก้านใบเป็นคู่ ใบย่อยเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบและโคนใบมน ประกอบ ด้วยใบย่อย 10–15 คู่ แต่ละใบย่อยมีขนาดเล็ก กว้าง 2–5 มม. ยาว 1–2 ซม. ออกรวมกันเป็นช่อยาว 2–16 ซม. ดอก ออกตามปลายกิ่ง ดอกมีขนาดเล็ก กลีบดอกสีเหลืองและมีจุดประสีแดง/ม่วงแดงอยู่กลางดอก ผล เป็นฝักยาว รูปร่างยาวหรือโค้ง ยาว 3–20 ซม. ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียวอมเทา สีน้ำตาลเกรียม เนื้อในติดกับเปลือก เมื่อแก่ฝักเปลี่ยนเป็นเปลือกแข็งกรอบหักง่าย สีน้ำตาล เนื้อในกลายเป็นสีน้ำตาลหุ้มเมล็ด เนื้อมีรสเปรี้ยวและ/หรือหวาน ซึ่งฝักหนึ่ง ๆ จะมี/หุ้มเมล็ด 3–12 เมล็ด เมล็ดแก่จะแบนเป็นมัน และมีสีน้ำตาล



ภาพที่ 2-1 มะขาม

ส่วนต่างๆของมะขามมีสรรพคุณ เช่น ราก ช่วยแก้ท้องร่วง สมานแผล รักษาเริม และงูสวัด เปลือกต้น แก้ไข้ ตัวร้อน แก่น กล่อมเสมหะ ขับโลหิต ขับเสมหะ รักษาฝีในมดลูก รักษาโรคบุษ เป็นยาชักมดลูกให้เข้าช่อง ใบสด (มีกรดเล็กน้อย) เป็นยาถ่าย ยาระบาย ขับลมในลำไส้ แก้ไอ แก้บิด รักษาหวัด ขับเสมหะ หยอดตา รักษาเยื่อตาอักเสบ แก้มตามัว ฟอกโลหิต ขับเหงื่อ ต้มผสมกับ สมุนไพรอื่นอาบหลังคลอดช่วยให้สะอาดขึ้น เนื้อหุ้มเมล็ด แก้อาการท้องผูก เป็นยาระบาย ยาถ่าย ขับเสมหะ แก้ไอ กระหายน้ำ เป็นยาสวนล้างท้อง ผักดิบ ฟอกเลือด และลดความอ้วน เป็นยา ระบายและลดอุณหภูมิในร่างกาย บรรเทาอาการไข้ เมล็ดในสีข้าว เป็นยาถ่ายพยาธิได้เดือนตัว กลมในลำไส้ พยาธิเส้นด้าย เนื้อในฝักแก่ (มะขามเปียก) – รับประทานจิ้มเกลือ แก้ไอ ขับเสมหะ ดอกสด เป็นยาลดความดันโลหิตสูง เปลือกเมล็ด แก้ท้องร่วง แก้บิดลมป่วง สมานแผลที่ปาก ที่คอ ลิ้นและตามร่างกาย รักษาแผลสด ถอนพิษ และรักษาแผลที่ถูกไฟลวก รักษาแผลเบาหวาน

2. เมล็ดมะขาม

เมล็ดมะขามเป็นของเหลือทิ้งจากครัวเรือนและโรงงานมะขาม เช่น โรงงานผลิตครีมมะขาม จังหวัดพะเยา พบว่าในแต่ละปี มีเมล็ดมะขามเหลือทิ้งในปริมาณมาก ซึ่งเป็นมลภาวะในด้าน สิ่งแวดล้อม เมล็ดมะขามประกอบด้วยเปลือกของเมล็ดซึ่งมีสีน้ำตาลแดง ในปริมาณ 30-35% และ เนื้อในสีขาวมีปริมาณ 60-65% ซึ่งทั้งสองส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน คนใน ภาคเหนือรับประทานเมล็ดมะขามโดยนำไปคั่วแล้วนำมาเคี้ยวเล่น ส่วนสรรพคุณทางแพทย์พื้นบ้าน เมล็ดมะขามคั่วให้เกรียม กะเทาะเปลือกแช่น้ำเกลือจนนิ่ม รับประทานแก้ท้องเสีย และสามารถ ขับพยาธิตัวกลมได้ เมล็ดที่ต้มสุกแล้วตำพอกฝีได้ดี เมล็ดมะขามใช้ทาแผลถูกไฟลวกสามารถรักษา บาดแผลของผู้ป่วยโรคเบาหวาน เมล็ดมะขามที่เพาะให้งอกอย่างถ่วงออกใช้แกงส้มกินได้



ภาพที่ 2-2 เมล็ดมะขาม

เมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามประกอบไปด้วยสารกลุ่มโพรแอนโธไซยานินดีนส์ จำพวกแทนนินซึ่งทำให้มีรสฝาด พบว่ามีสรรพคุณพื้นบ้านในการแก้ท้องเสีย ท้องร่วง ใช้ชะล้างบาดแผล พอกรักษาแผล และสมานแผล ในด้านงานวิจัยพบว่าเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงมากเมื่อเทียบกับผลไม้และสมุนไพรหลายชนิด ซึ่งทำให้เปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีเมื่อทดลองในหลอดทดลอง เช่น ป้องกันเอ็นไซม์ในเม็ดเลือดแดงไม่ให้ถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอโปรตีนโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการรับประทานเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามจะต้องรับประทานในปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากการรับประทานแทนนินในปริมาณสูงจะรบกวนการใช้โปรตีน โดยจับกับเอ็นไซม์ในระบบย่อยอาหาร ยับยั้งการดูดซึมเหล็ก ยับยั้งการเจริญเติบโตในสัตว์ทดลอง ดังนั้นแนวทางการนำเปลือกเมล็ดมะขามมาใช้ควรนำมาใช้ภายนอก เช่น การทำครีมทาภายนอก หรือช่วยในการพอกสมานแผลภายนอก จะทำให้ได้ประโยชน์การฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกเมล็ดมะขาม จากการวิจัยพบว่าสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเมลานิน จึงมักใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางทำให้ผิวขาวขึ้น นอกจากนี้แทนนินในเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเมื่อนำไปผสมกับสารส้มและ ยางสนสามารถใช้ย้อมผ้าให้เป็นสีงาก็ได้

เนื้อในเมล็ดมะขามประกอบไปด้วยแป้งพวกไซโลกลูแคน มีสรรพคุณทางยาพื้นบ้าน ในการแก้ร้อน แก้พิษสุรา ขับเสมหะ แก้ไข้ ใช้เป็นยาระบาย และแก้อาการผิดปกติเกี่ยวกับน้ำดี(ลำไส้ ใจดี, 2522) ในทางอุตสาหกรรมเนื้อในเมล็ดมะขามถูกนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอางโดยมีฤทธิ์ในการผสมผสานเซลล์และสมานแผลได้ ในด้านงานวิจัยพบว่าสารเมือกและเพคตินในเนื้อเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน การทดลองในหนูขาวที่รับประทานเนื้อเมล็ดมะขามไม่พบการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรม อัตราการตาย น้ำหนัก การกินอาหาร และผลทางชีวเคมีในปัสสาวะและเลือดเป็นปกติ ไม่พบความเป็นพิษ

เมล็ดมะขามมีประโยชน์ที่หลากหลายสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายนอก เช่น เครื่องสำอาง สีย้อม เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงคุณค่าและความปลอดภัยในการนำเมล็ดมะขามไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

ส่วนประกอบของเมล็ด(seed) ของพืชแต่ละชนิดมีรูปร่าง ลักษณะ ขนาด แตกต่างกันไป แต่ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบหลักเหมือนกันดังนี้

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) มีลักษณะเป็นเยื่อ 2 ชั้น ชั้นนอกหนา แข็ง และเหนียว ส่วนชั้นในเป็นเยื่อบางๆ ในบางชนิด เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก และชั้นใน อาจหลอมรวมเป็นชั้นเดียวกัน

บางส่วนของอาจไม่เรียบจะมีรอยแผลเรียกว่า ไฮลัม เปลือกหุ้มเมล็ดมีหน้าที่ ป้องกันอันตรายให้กับ เอ็มบริโอที่อยู่ภายใน และป้องกันการคายน้ำ

2. เอ็มบริโอ (embryo) เป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้นพืช ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

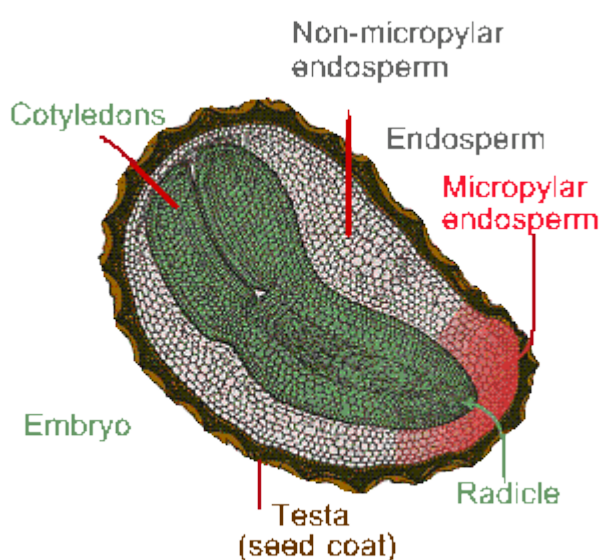
- ใบเลี้ยง (cotyledon) เมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่จะมี 2 ใบ ส่วนเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีใบเดียว ใบเลี้ยงที่สะสมอาหารจะมีลักษณะหนา เช่น ใบเลี้ยงของเมล็ดถั่วดำ เมล็ดมะขาม เป็นต้น ใบเลี้ยงอาจทำหน้าที่ค้ำยัน เอ็มบริโอ ในขณะงอก เช่น ใบเลี้ยงเมล็ดถั่ว ละหุ่ง นอกจากนี้ใบเลี้ยงที่อยู่ระดับเหนือดิน จะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงในระยะ เริ่มต้น ของพืช

- เอพิคอทิล (epicotyl) อยู่เหนือตำแหน่งที่ติดกับใบเลี้ยงส่วนนี้เจริญเติบโตไปเป็นส่วนของลำต้น ใบ และดอก ของพืช

- ไฮโพคอทิล (hypocotyl) อยู่ระหว่างตำแหน่งที่ติดกับใบเลี้ยง กับตำแหน่งที่จะเจริญไปเป็นราก ส่วนนี้จะเจริญไป เป็นส่วนหนึ่งของลำต้น

- แรดิเคิล (radicle) อยู่ล่างสุดของเอ็มบริโอต่อจากไฮโพคอทิลลงมา ส่วนนี้เจริญเป็นราก

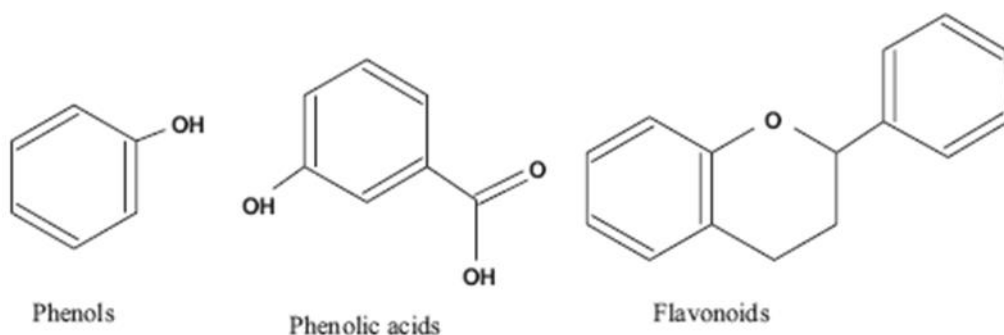
3. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เป็นส่วนที่สะสมอาหารไว้สำหรับการเจริญเติบโต เมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ส่วนใหญ่ไม่มีเอนโดสเปิร์ม ทั้งนี้เป็นเพราะอาหารจะถูกเก็บไว้ในใบเลี้ยง เมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น ละหุ่ง มีเอนโดสเปิร์มไว้ทำหน้าที่สะสมอาหารเอนโดสเปิร์มของเมล็ดละหุ่งจะแข็ง แต่ส่วนของมะพร้าวจะมีเอนโดสเปิร์มแข็ง และเหลว ได้แก่ เนื้อมะพร้าว และมะพร้าวตามลำดับ จากมะพร้าวคือใบเลี้ยง และเยื่อสีน้ำตาลที่ติดกับเนื้อมะพร้าวกับกะลา คือ เปลือกหุ้มเมล็ด



ภาพที่ 2-3 องค์ประกอบของเมล็ด

2. สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) หรือสารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอล มีโภชนเภสัช ซึ่งสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพคือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวน ที่เป็นอนุพันธ์ของวงแหวนเบนซีน มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ต่ออยู่ สารประกอบฟีนอลพื้นฐาน คือ สารฟีนอล (phenol) ในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่ สารประกอบฟีนอลที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (lignin) กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบคือ สารประกอบพอลิฟลาโวนอยด์ (flavonoid)



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอล จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาถูกใช้ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย คุณสมบัติของสารประกอบฟีนอลที่มีต่อร่างกายมีดังนี้

1. ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เป็นสารที่ทำให้ อนุมูลอิสระ (Free Radical) ไม่สามารถทำปฏิกิริยา oxidation เพื่อทำร้ายเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายได้
2. ต้านมะเร็ง ลดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบเซลล์ในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง
3. ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โดยการลดระดับของ Cholesterol และ Triglyceride

4. ความคุมความดันโลหิตสูง โดยไปยับยั้ง angiotensin-I converting enzyme (ACE)

5. คุณสมบัติต้านโรคอ้วน : Polyphenols สามารถยับยั้ง catechol-O-methyl transferase จึงช่วยกระตุ้นการสร้างความร้อนของร่างกาย ซึ่งช่วยเผาผลาญพลังงานและช่วยการจัดการกับโรคอ้วน

6. คุณสมบัติต้านโรคเบาหวาน : การศึกษาในหนูทดลอง พบว่า polyphenols สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่เป็นเบาหวาน (Gomes et al, 1995) polyphenols ลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยยับยั้งการทำงานของ amylase ซึ่งเป็นเอนไซม์ย่อยแป้ง polyphenols ยับยั้งการทำงานของ amylase ทั้งในน้ำลายและลำไส้ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นคือ แป้งจะถูกย่อยช้าลง ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลในเลือดเป็นไปอย่างช้าๆ นอกจากนั้นชาเขียวยังลดการดูดซึมของกลูโคสที่ลำไส้ (Deng and Tao, 1998; Gomes et al, 1995)

7. คุณสมบัติป้องกันฟันผุ : Polyphenols ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในช่องปาก ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในช่องปาก *Porphyromonas gingivitis* และ แบคทีเรียที่ทำให้ฟันผุ *Streptococcus mutans* (Hara, 1997; Sakanaka, 1997) นอกจากนั้นการที่ polyphenols ยับยั้งการทำงานของ amylase ในน้ำลาย ช่วยให้การผลิตกลูโคสและมอลโตสน้อยลง ลดปริมาณอาหารของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟันผุ นอกจากนี้ยังช่วยให้เคลือบฟันแข็งแรงต้านทานการผุของฟัน

8. คุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ : Polyphenols มีคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรีย เชื่อกันว่า polyphenols ทำลายเยื่อหุ้ม cell ของแบคทีเรีย การดื่มชาสามารถใช้รักษาโรคท้องร่วง และโรค typhus (Shetty et al, 1994) catechins สามารถฆ่าสปอร์ของแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ และยังสามารถฆ่าแบคทีเรียที่ทนความร้อน (thermophile) บางชนิด เช่น *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Clostridium perfringens*

3. สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต่อต้านอนุมูลอิสระ จำเป็นมากๆ แบบไม่มีเงื่อนไข เพราะแค่คุณหายใจเข้าออกก็ทำให้เกิดอนุมูลอิสระแล้ว นั่นหมายความว่า คุณจะแก่ลงทุกๆ วินาที เพราะจะทำลายเซลล์ในร่างกายของคุณ โดยที่คุณไม่สามารถควบคุมได้ อายุมากขึ้น การสร้างสารต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกายก็น้อยลงไปทุกที ร่างกายก็จะเสื่อมสภาพถดถอยลง ความชราจะตามมาอย่างรวดเร็ว ริ้วรอยเพิ่มขึ้นและเป็นร่องลึกมากขึ้น โรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ก็จะมาแทรกแซงได้ง่ายขึ้น คนที่ป่วยอยู่แล้วก็จะอาการแย่ลงทุกที สำหรับบางคนการได้รับสารต่อต้านอนุมูลอิสระจากอาหารที่รับประทานเข้าไปอาจจะพอเพียงแล้ว แต่สำหรับหลาย ๆ คนมันไม่ใช่อย่างนั้น เช่น บางคนสูบบุหรี่ ดื่มเหล้าทุกวัน คนเหล่านี้ต้องการ

วิตามินซีซึ่งเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นเป็น 3 เท่าของคนปกติ และยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระอีกมากมาย เช่น การรับประทานอาหารที่ก่อสารมะเร็ง เช่น อาหารทอด ปิ้งย่าง อาหารที่มีไนโตรฟสูง เนื้อที่ปรุงสำเร็จแล้วและยังรวมไปถึงกรรมวิธีในการปรุงอาหารด้วย มลพิษทางอากาศ การอยู่อาศัยร่วมกับคนที่สูบบุหรี่ ช่วงวัยหมดประจำเดือน ภาวะเครียด โดนแดดบ่อย จากกรรมพันธุ์ และการออกกำลังกายอย่างหักโหม ซึ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแค่ตัวอย่างเท่านั้น บางคนยังหนุ่มยังสาวอาจจะประมาทไม่สนใจสุขภาพ มาคิดได้เมื่อตอนแก่แล้วก็ช่วยอะไรได้ไม่มาก

3.1 ตัวอย่างสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี สารต้านอนุมูลอิสระ แร่ธาตุทุกชนิด โคเอนไซม์คิวเทน (Coenzyme Q10) กลูต้าไธโอน (Glutathione) แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ พบได้ในผลไม้ เมล็ดธัญพืช ใบไม้ เปลือกไม้ กรดไลโปอิก (สารต้านอนุมูลอิสระแบบครอบจักรวาล) เมลาโทนิน (นาฬิกาชีวิต) ไอโซฟลาโวน พบในถั่วเหลืองและถั่วอื่น ๆ บิลเบอร์รี่ หรือ บลูเบอร์รี่ยุโรป บรอกโคลี กะหล่ำดาว กะหล่ำปลี ผักเคล ใบแปะก๊วย

3.2 ประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

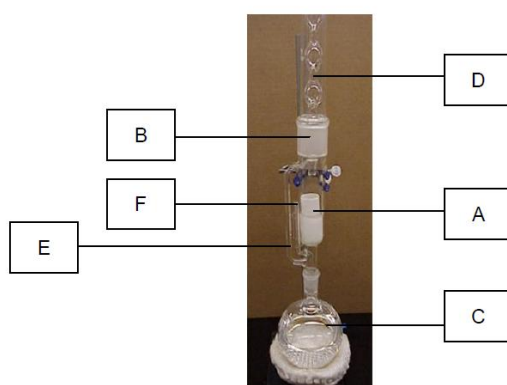
ชะลอกระบวนการแก่ชรา (แค่ชะลอนะครับ อายุยืนยาวมากขึ้น ไม่ใช่เป็นอมตะ) ช่วยให้ร่างกายขับสารพิษที่ก่อมะเร็ง ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งทุกชนิด ยับยั้งการเจริญเติบโตจากเนื้องอกต่างๆในร่างกาย ช่วยป้องกันโรคปอดเรื้อรัง หอบหืด หลอดลมอักเสบ ถุงลมโป่งพอง ช่วยบรรเทาอาการของโรคอัลไซเมอร์ได้ ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ด้วย ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ช่วยป้องกันโรคเส้นเลือดในสมองตีบ ช่วยป้องกันโรคศูนย์กลางจอประสาทตาเสื่อม (สาเหตุของการตาบอดในผู้สูงอายุ) ช่วยเป็นเกราะในการป้องกันมลพิษต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อม

4. การสกัด

4.1 การสกัดสารโดยใช้เครื่องชอกห์เลต

อุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะสมสำหรับการสกัดสารที่เป็นของแข็งโดยใช้ตัวทำละลายที่ร้อนเป็นตัวสกัด ส่วนใหญ่จะนิยมใช้สกัดสารจากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติโดยการเอาของแข็งที่ต้องการสกัดใส่ในภาชนะ A ที่เรียกว่า porus thimble (เป็นภาชนะที่มีรูปร่างคล้ายหลอดทดลองที่มีขนาดใหญ่ทำด้วยกระดาษที่มีรูพรุน) ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ B ที่เรียกว่า soxhlet chamber จากนั้นใส่ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดลงในขวดก้นกลม C เมื่อให้ความร้อนแก่ขวดก้นกลม C จนกระทั่งตัวทำละลายเดือดกลายเป็นไอ ไอของตัวทำละลายจะผ่านเข้าไปหลอด E และเข้าสู่เครื่องควบแน่น D แล้วกลั่นตัวเป็นของเหลวลงสู่ thimble A พร้อมกับละลายสารจากของแข็งที่อยู่ใน thimble A ลงมาใน chamber เมื่อระดับของเหลวใน chamber สูงจนถึงระดับของหลอด F ซึ่งเรียกว่า siphon arm

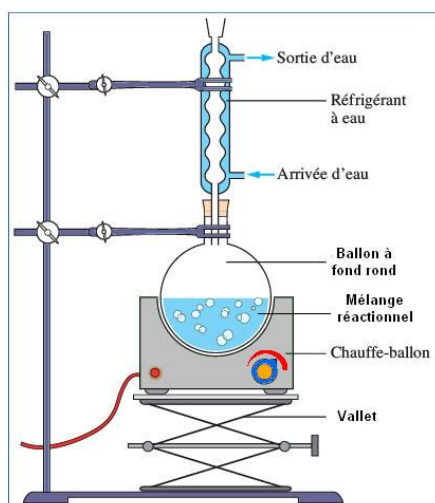
ของเหลวนี้จะไหลจาก chamber ลงสู่ขวดก้นกลม C อีกครั้งหนึ่งพร้อมกับนำสารที่สกัดได้จากของแข็งใน thimble A ลงสู่ขวดก้นกลมด้วย ซึ่งกระบวนการสกัดนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งได้สารอินทรีย์ออกมาจนพอใจแล้วจึงหยุดสกัด เทคนิคในการนำเอาสารอินทรีย์ออกจากตัวทำละลายที่อยู่ในขวดก้นกลม C สามารถทำได้หลายเทคนิคขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด เช่น การระเหยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องระเหยภายใต้ความดันต่ำ (rotatory evaporator) หรือเทคนิคการกลั่น เป็นต้น



ภาพที่ 2-5 Soxhlet extraction apparatus

4.2 วิธี Reflux

การสกัดแบบไหลย้อนกลับ (Reflux extraction) ใช้ในการสกัดสารสำคัญออกจากสมุนไพรที่สกัดด้วยตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ เฮกเซน น้ำ เป็นต้น โดยสมุนไพรที่แช่ด้วยตัวทำละลายจะถูกต้มให้ความร้อนเพื่อทำการละลายสารสำคัญออกจากสมุนไพร โดยที่ตัวทำละลายจะถูกต้มจนเดือดระเหยขึ้นไปด้วยด้านบน แล้วจะถูกควบแน่นด้วยคอนเดนเซอร์กลับลงมาทำละลายต่อเนื่อง หมุนเวียนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนสารสกัดละลายเข้มข้น จึงนำไปเข้าเครื่องระเหยเพื่อทำให้เข้มข้นต่อไป Reflux มีลักษณะคล้ายกับการใช้ Soxhlet อุปกรณ์เฉพาะ round-bottom flask และ condenser วิธีนี้จะใส่ตัวอย่างลงใน flask โดยตรง(GotoKnow,2012)



ภาพที่ 2-6 การสกัดแบบไหลย้อนกลับ (Reflux extraction)

ที่: <https://www.gotoknow.org/posts/457805>

4.3 การเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัด

- (1) ละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
- (2) ไม่ละลายสิ่งเจือปนหรือสารที่ไม่ต้องการ
- (3) ควรแยกจากสารที่สกัดได้ง่ายภายหลังการสกัดแล้ว
- (4) ในกรณีที่มีตัวทำละลายที่เหมาะสมหลายชนิดควรเลือกชนิดที่ราคาที่ถูก

ที่สุด

ตัวอย่างสารอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัด เช่น diethyl ether, hexane, methylene chloride, chloroform เป็นต้น ในการสกัดสารอินทรีย์โดยใช้ตัวทำละลายสกัดแต่ละครั้งจะได้สารออกมาเล็กน้อยขึ้นอยู่กับ การละลาย ของสารในตัวทำละลายที่ใช้สกัดและปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้สกัดโดยตัวทำละลายที่ใช้ปริมาณน้อยๆและสกัดหลายๆครั้ง จะได้ปริมาณสารมากกว่าการใช้ตัวทำละลายปริมาณมากๆครั้งเดียว

4.4 ตัวแปรที่มีผลต่อการสกัด

(1) ชนิดของตัวทำละลาย ต้องเหมาะสมกับการสกัดสารที่สนใจ โดยอาศัยหลัก Like dissolve like

(2) ปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้สกัด ปริมาตรตัวทำละลายต้องมีมากพอ คือเมื่อตัวทำละลายส่วนหนึ่งเกิดการระเหยขึ้นไปสกัดสารก่อนที่จะเต็ม Reflux sidearm แล้วจากนั้นจะเป็นแบบลักษณะของการกลั่นน้ำต่อไป ใสส่วนของ Flask ก็จะต้องมีตัวทำละลายเหลืออยู่ เพื่อให้การสกัดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งตัวทำละลายที่มากเกินไปสามารถระเหยได้เมื่อสกัดสารที่สนใจได้ตามที่ต้องการ ด้วยเครื่อง Rotary evaporator.

(3) เวลาที่ใช้สกัด เวลาที่ใช้สกัดต้องมีความเหมาะสมที่จะสามารถสกัดเอาสารที่สนใจออกจากตัวอย่างให้ได้มากที่สุด ซึ่งในเทคนิคนี้ส่วนใหญ่เวลาที่ใช้สกัดมักยาวนานเป็นชั่วโมง เพื่อให้เกิดการ reflux ของตัวทำละลายหลายๆ ชั่วโมง ทำให้สารที่สนใจถูกสกัดออกจากตัวอย่างได้มากที่สุด

(4) ตัวอย่าง เทคนิคนี้ตัวอย่างมักจะเป็นของแข็ง ดังนั้นต้องทำตัวอย่างให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับสารมากที่สุด คือพยายามสับหรือหั่นให้ตัวอย่างมีขนาดเล็กที่สุด เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรานอม ธรรมศิริ (2555) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระในสมุนไพรประกอบยาแดงและยาแดงเหล้า วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิเคราะห์การดูดกลืนแสงตามวิธี Folin-Ciocalteu method และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH scavenging activity) โดยทำการวิเคราะห์สมุนไพรประกอบยาแดงในเหล้าขาวจำนวน 22 ชนิด และ ยาแดงเหล้าในเหล้าขาวจำนวน 4 สูตร ต้องเป็นเวลา 0 3 7 14 30 และ 60 วัน ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรประกอบยาแดงแต่ละชนิดมีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกรวมแตกต่างกัน ส่วนมากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุดเมื่อต้องเหล้าเป็นเวลา 3-14 วัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมจะลดลงหลังจากต้องเหล้าเป็นเวลา 14 วัน สอดคล้องกับยาแดงเหล้าสูตรต่างๆ ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเพิ่มขึ้นมากในช่วง 3 วันแรกของการต้อง โดยจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุดเมื่อต้องเหล้าเป็นเวลา 3-7 วัน ผลการความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรประกอบยาแดงและยาแดงเหล้าทุกสูตรมีแนวโน้มในการต้านอนุมูลอิสระ มากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการต้องมากขึ้น ดังนั้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจึงสูงที่สุดเมื่อ ต้องเหล้า เป็นเวลา 60 วัน

เบญจมาศ จิตรสมบูรณ์ และคณะ (2557) การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกเมล็ดมะขาม (*Tamarindus indica* Linn.) โดยตัวทำละลายต่างชนิดคือ เอทานอล (EtOH) เมทานอล (MeOH) น้ำกลั่น (W) น้ำกับอะซีโตน (1:1 v/v)(W+Ac) เมทานอลกับอะซีโตน (1:1 v/v) (MeOH+Ac) ด้วยวิธี Soxhlet และเมทานอลกับอะซีโตน (1:1 v/v) ด้วยวิธีการแช่ก่อนสกัดด้วย Soxhlet (MeOH+Ac) (แช่) พบว่า EtOH เป็นตัวทำละลายที่สกัดสารได้สูงสุดคือ ร้อยละ 63.06 (กรัมต่อ น.น.กรัมแห้ง) และสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) มีปริมาณฟีนอลิกรวมและ procyanidin สูงกว่าสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac และ W+Ac ตามลำดับ ผลการทำให้บริสุทธิ์ของสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) โดยคอลัมน์ sephadex LH 20 และแยกเป็นแฟรกชัน พบว่า แฟ

รชชัน F2 และ F3 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงกว่าแฟรกชันอื่นและดีกว่าสารสกัดที่ยังไม่ผ่านการทำบริสุทธิ์ การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสกัดด้วยวิธี TLC, UVVIS spectrometry, FT-IR spectrometry และการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของสารกลุ่มฟีนอลิกให้ผลสอดคล้องกัน คือสารสกัดประกอบด้วยสารกลุ่ม oligomeric proanthocyanidins, catechin และ epicatechin การวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่าสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac และ MeOH มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกสูงสุด และสารส่วนใหญ่เป็น catechin, epicatechin, myricetin และ procyanidin B1 การศึกษาฤทธิ์และกลไกการต้านอนุมูลอิสระของ สารสกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าในวิธี DPPH สารที่สกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) MeOH W+Ac และ MeOH+Ac มีค่า IC₅₀ใกล้เคียงกัน และมีฤทธิ์สูงกว่าสารมาตรฐาน rutin แต่ต่ำกว่าสารมาตรฐาน gallic acid และ quercetin การทดสอบสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) W+Ac MeOH+Ac ด้วยวิธี ABTS.+ และ chelating property พบว่าสารสกัดทั้งสามมีฤทธิ์ทัดเทียมกันและมีค่าเทียบเท่าสารมาตรฐานของแต่ละวิธีการทดสอบ การตรวจสอบด้วยวิธี FRAP พบว่าสารสกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) มีฤทธิ์สูงกว่าสารที่สกัดด้วย W+Ac และ MeOH+Ac ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าสารมาตรฐาน trolox นอกจากนั้นสารที่สกัดด้วย MeOH+Ac (แช่) ยังมีฤทธิ์ต้าน hemolysis สูงกว่าสารมาตรฐาน trolox เช่นกัน โดยภาพรวมสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยกลไกหลายรูปแบบ และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารมาตรฐานต่างๆ ดังนั้นจึงควรค่าต่อการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระในระดับเซลล์และสัตว์ทดลองต่อไป

ภาคศิริ สินไชยกิจ, โมตรี สุทธจิตต์ (2554) เมล็ดมะขามเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจำนวนมากในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะขาม การจะนำเมล็ดมะขามที่ทิ้งแล้วกลับนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น เราควรมีความรู้ความเข้าใจในคุณสมบัติทางเคมีและทางชีวภาพของเมล็ดมะขาม รายงานนี้จึงได้ทบทวนถึงคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางชีวภาพทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษของสารสำคัญในเมล็ดมะขาม ในปัจจุบันมีผู้วิจัยจำนวนมากได้ศึกษาและรายงานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญในเมล็ดมะขาม ทำให้ทราบว่าเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามประกอบด้วยกลุ่มโพลีฟีนอล ซึ่งประกอบด้วย ฟลาโวนอยด์ คอนเดนส์แทนนิน หรือโพลีเมอริกโพรแอนโธไซยานินส์สายยาว ส่วนเนื้อในของเมล็ดมะขามประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์จำพวกไซโลกลูแคน สารกลุ่มโพลีฟีนอลมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์โดยเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างดี แต่สารแทนนินในเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามอาจมีความเป็นพิษ รายงานนี้ยังได้ทบทวนคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ของไซโลกลูแคนจากเนื้อในเมล็ดมะขามในหลายด้านและการประยุกต์การนำสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในด้านต่างๆด้วย

ภาคศิริ สินไชยกิจ และคณะ (2557) ได้นำเปลือกเมล็ดมะขามไปสกัดโดยใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 60 °C แล้วนำไปผลิตครีมบำรุงผิวสูตรทดลองและสูตรพัฒนาใหม่ และนำไปทดสอบ

ลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของครีม พบว่า ครีมบำรุงผิวสูตรทดลองมีปัญหาเรื่องการเคลื่อนย้ายของสี ต่อมาได้ศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของครีมทั้ง 2 สูตร ซึ่งให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะขามมีคุณสมบัติในการป้องกันผิวหนังจากอนุมูลอิสระและทำให้ผิวขาวขึ้นได้ เมื่อนำครีมสูตรโรงงานไปประเมินความพึงพอใจ พบว่าผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจมากกว่า 80%

ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์, ทรงพร จิรมั่นคง (2549) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพืชสมุนไพรที่พบทั่วไปในจังหวัดอุบลราชธานี 8 ชนิด ได้แก่ เหียง กระบก แมงลักคา หูเสือ เอนอ้า มะพอก มะสังและ ตูมกาขาว ด้วยการนำส่วนต่างๆของพืชมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ethyl acetate และ ethanol ได้สารสกัดชั้น ethyl acetate และ ethanol ทั้งหมด 36 สารสกัด จากนั้นทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH พบว่าสารสกัดชั้น ethanol แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดในชั้น ethyl acetate โดยมีเปอร์เซ็นต์ การยับยั้งอยู่ในช่วง 19.8 ± 2.3 ถึง 51.4 ± 1.3 เมื่อใช้สารสกัดเข้มข้นเดียวกัน (500 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) มีค่า vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) อยู่ในช่วง 4.4 ± 7.2 ถึง 105.9 ± 4.3 มิลลิกรัมวิตามินซี/100 กรัมสารสกัด ส่วนการหาปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดชั้น ethanol โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu พบว่าปริมาณสารฟีนอลรวมในสารสกัดนี้จะอยู่ในช่วง 5.4 ± 0.1 ถึง 41.5 ± 0.3 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิด/กรัมสารสกัด เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารฟีนอลรวมกับการมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่ามีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.6

วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน (2554) ได้ศึกษาโดยเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานและมะขามเปรี้ยว พบว่า สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเปรี้ยวความเข้มข้น 1 ถึง 100 ไมโคร กรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลและร้อยละการยับยั้งสาร DPPH มากกว่าสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานที่มีความเข้มข้น 1 ถึง 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเปรี้ยวมีปริมาณฟีนอลอยู่ในช่วง 0.233 ± 0.001 ถึง 1.09 ± 0.04 ไมโครกรัม เมื่อคำนวณเป็น gallic acid และมีร้อยละการยับยั้งสาร Diphenyl ถึง 2-picrylhydrazyl (DPPH) อยู่ในช่วง 41.01 ± 4.92 ถึง 91.64 ± 1.38 ส่วนสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวาน มีปริมาณฟีนอลอยู่ในช่วง -0.04 ± 0.006 ถึง 1.06 ± 0.009 ไมโครกรัม เมื่อคำนวณเป็น gallic acid และมีร้อยละการยับยั้งสาร DPPH อยู่ในช่วง 3.2 ถึง 3.3 ถึง 90.49 ± 0.27 และพบว่าสารสกัดที่มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลมากก็จะมีร้อยละการยับยั้งสาร DPPH สูงตามไปด้วย สารฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารสกัด

Hossain, M.A. and Rahman, S.M.M. (2554). สับปะรดมีสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ผลของสับปะรดถูกสกัดด้วยเอทิลอะซิเตท เมทานอลและน้ำ หาปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดโดยวิธี Folin- Ciocalteu และสารต้านอนุมูลอิสระได้ถูกวิเคราะห์ผ่านรูปแบบบางอย่างในหลอดทดลองเช่นสารต้านอนุมูลอิสระโดย phosphomolybdenum, β -carotene-linoleate และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) วิธีการหาฟีนอลของสารสกัดโดยเทียบเท่ากับกรด caffeic พบว่ามีในเมทานอลสูงสุด (51.1%) ตามด้วยเอทิลอะซิเตท (13.8%) และสารสกัดจากน้ำ (2.6%) สารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเทียบกับวิตามินซี (ไมโครโมล/กรัมของสารสกัด) ในการสังเคราะห์ของสารสกัดเมทานอล ยังไม่มีข้อความ เอทิลอะซิเตทสารสกัดจาก ยังไม่มีข้อความ สารสกัดจากน้ำ ในการเปรียบเทียบกับ butylated hydroxyanisole (BHA) ที่ 100 ppm ของความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผ่าน β -carotene-linoleate และวิธี DPPH พบว่าสูงสุดคือสารสกัดจากเมทานอล ตามด้วยเอทิลอะซิเตท และสารสกัดจากน้ำ ผลการวิจัยพบว่าขอบเขตของการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่มีความสอดคล้องกับปริมาณของฟีนอลที่มีอยู่ในสารสกัดจากผลไม้และสับปะรดเป็นที่อุดมไปด้วยฟีนอลอาจจะให้เป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระ

Sandesh, P., Velu, V. and Singh, R.P. (2557) เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ถูกสกัดด้วยเมทานอล อะซิโตนและน้ำ ใช้วิธี DPPH ตรวจวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดจากเมทานอลมีฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดจากตัวทำละลายอื่น ๆ การรักษาของหนูเหือก (วีสตาร์สายพันธุ์) กับ CCl_4 ที่ 1.25 มิลลิลิตร / กิโลกรัมของน้ำหนักตัวลดลงของ superoxide dismutase (55%), catalase (73%) และ peroxidase (78%) ในขณะที่เกิด lipid peroxidation เพิ่มขึ้นเกือบ 2.5 เท่าในตับ การปรับสภาพของหนูด้วยสารสกัดจากเมทานอลของเปลือกหุ้มเมล็ด Indica (TSCE) 50 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม (เทียบเท่าเป็นกรดแทนนิก) ตามด้วยการรักษา CCl_4 ก่อให้เกิดการฟื้นฟู dismutase superoxide, catalase และ lipid peroxidation ให้เป็นค่าที่ใกล้เคียงกับการควบคุม ในขณะที่ peroxidase ได้รับการบูรณะ ถึง 67% ของการควบคุม การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาของตับของกลุ่มต่างๆ ที่สนับสนุนป้องกันผลกระทบของ TSCE ด้วยการคืนสภาพตับ การศึกษาเหล่านี้สามารถขยายเพิ่มเติมเพื่อใช้ประโยชน์จากการใช้งานได้ สำหรับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารตลอดจนอาหารเสริมสุขภาพ

K. Phetdee และคณะ (2555) ได้นำเปลือกเมล็ดมะขามมาทำการสกัด พบว่า จากการสกัดด้วยเอทิลอะซิเตทได้สารประกอบฟีนอลิกปริมาณมากที่สุด และเมื่อนำไปทดสอบการยับยั้งการเกิดเมลานิน โดยนำเซลล์มะเร็งผิวหนัง B16-F1 มากระตุ้นด้วย α -melanocyte ที่ถูกกระตุ้นด้วยฮอร์โมน α -MSH เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเมื่อเติมสารสกัดลงไปหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่า

สารสกัดสามารถยับยั้งการเกิดเมลานินได้ 20-32% และเมื่อเติม MSH ลงไปหลังจากนั้น พบว่า เมลานินลดลงเป็น 42-59% และเซลล์ไม่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของสารสกัด และพบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดี โดยมีค่า $IC_{50} = 152.1 \pm 10.2$ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3-1 แสดงสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	บริษัทผู้ผลิต
เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	-
Ethanol	CARLO ERBA
Gallic Acid	ACROS ORGANUICS
Folin - Ciocalteu	LOBA CHEMIE
2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	ALDRICH
Sodium Carbonate	CARLO ERBA
Trolox	ALDRICH
Ascorbic Acid	ศีกษาภัณฑ์พาณิชย์
น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น	กลุ่มสมุนไพรชญานิน
เศษสบู่	-
Glycerine	วันชัย จำกัด
กรดสเตียริก	วันชัย จำกัด
ไอพีเอ	ฮงฮวด จำกัด
Triethanolamine	ฮงฮวด จำกัด
Carbopol 940	ฮงฮวด จำกัด
น้ำกลั่น	-
น้ำหอม	-
กลีเซอริน	วันชัย จำกัด
น้ำมันมะพร้าว	-
ซีพี	-
วาสลีน	-

*สารเคมีที่ไม่ระบุเกรด ให้หมายถึง เกรดปฏิบัติการ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3-2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือ	บริษัทผู้ผลิต
ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี (UV-visible spectroscopy)	SHIMADZU,
เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	METTLER
ตู้ดูดควัน	MEMMERT
ตู้อบ	MEMMERT
โถดูดความชื้น	-
ชุดชอกท์เลต	-
ชุดรีฟลักซ์	-
ถ้วยกระเบื้องสำหรับระเหย	-
เตาให้ความร้อน	Jenway
กรวยกรอง	-

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

ในการทดลองครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างเมล็ดมะขามพันธุ์สีทองจากพื้นที่ในเขตอำเภอยะรังบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีวิธีการเตรียมเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ดังนี้

1. เก็บตัวอย่างเมล็ดมะขามหวานพันธุ์สีทอง ล้างทำความสะอาด และนำไปผึ่งให้แห้ง
2. นำเมล็ดมะขามอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ทำการกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามออก และบดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามให้ละเอียด
4. เก็บไว้ในภาชนะปิดสนิทหรือโถดูดความชื้น

3.2 การสกัดสารจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

การสกัดสารเพื่อนำไปวิเคราะห์หาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ผู้วิจัยได้ใช้ทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v) ในอัตราส่วนต่างๆ คือ 100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100 ในการสกัด โดยใช้การสกัด 3 วิธี ดังนี้

3.2.1 การสกัดด้วยวิธีการแช่

1. นำเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่บดแล้ว มา 1 g แช่ในตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v) (100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100) 50 ml แช่ระยะเวลา 2-30 วัน โดยเตรียม

ปิกเกอร์เพื่อทำการแช่เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามจำนวนทั้งหมด 30 วัน โดยทำการหาเปอร์เซ็นต์สารที่สกัดได้ทุกๆ 2 วัน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่3-3 การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีการแช่

อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v)	อัตราส่วน เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม : ตัวทำละลาย (g : ml)	ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด (วัน)
100 : 0	1 : 50	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30
70 : 30	1 : 50	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30
50 : 50	1 : 50	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30
30 : 70	1 : 50	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30
0 : 100	1 : 50	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30

2. เมื่อครบระยะเวลา นำไประเหยเอาตัวทำละลายออก จะได้สารสกัดหยาบของเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

$$\text{การคำนวณหาผลผลิตร้อยละ (\%Yield)} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดที่ได้ (g.)}}{\text{น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามบด (g.)}} \times 100$$

3.2.2 การสกัดด้วยวิธีซอห์นเกลต

1. นำเมล็ดมะขามที่บดแล้วสกัดโดยวิธีซอห์นเกลตด้วยตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v) (100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100) ระยะเวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การตั้งโปรแกรมในการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีซอติกเลต

อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v)	อัตราส่วน เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม : ตัวทำ ละลาย	ระยะเวลาที่ใช้ในการ สกัด (ชั่วโมง)
100 : 0	1 : 50	2
		4
		6
70 : 30	1 : 50	2
		4
		6
50 : 50	1 : 50	2
		4
		6
30 : 70	1 : 50	2
		4
		6
0 : 100	1 : 50	2
		4
		6

2. นำไประเหยเอาตัวทำละลายออก จะได้สารสกัดหยาบของเปลือกหุ้มเมล็ด

มะขาม

$$\text{การคำนวณหาผลผลิตร้อยละ (\%Yield)} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดที่ได้ (g.)}}{\text{น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามบด (g.)}} \times 100$$

3.2.3 การสกัดด้วยวิธีฟลักซ์

- นำเมล็ดมะขามที่บดแล้วสกัดโดยวิธีฟลักซ์ด้วยตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v) (100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100) ระยะเวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3-5
- ตารางที่ 3-5 การตั้งโปรแกรมในการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (v/v) โดยวิธีฟลักซ์
- วิธีที่ 1

อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v)	อัตราส่วน เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม : ตัวทำ ละลาย	ระยะเวลาที่ใช้ในการ สกัด (ชั่วโมง)
70 : 30	1 : 50	1.30 2 3

วิธีที่ 2

อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ (v/v)	อัตราส่วน เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม : ตัวทำ ละลาย	ระยะเวลาที่ใช้ในการ สกัด (ชั่วโมง)
100 : 0	1 : 50	2
70 : 30	1 : 50	2
50 : 50	1 : 50	2
30 : 70	1 : 50	2
0 : 100	1 : 50	2

- นำไประเหยเอาตัวทำละลายออก จะได้สารสกัดหยาบของเปลือกหุ้มเมล็ด

มะขาม

$$\text{การคำนวณหาผลผลิตร้อยละ (\%Yield)} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดที่ได้ (g.)}}{\text{น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามบด (g.)}} \times 100$$

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

3.3.1 การเตรียมสารละลาย

1. เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 0.2 M. โดยปิเปต Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 2 M 10 ml. ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml.

2. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 75 g/l โดยชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 g. ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml.

3.3.2 การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกเข้มข้น 100 µg/ml โดยชั่ง 0.0100 g. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. นำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 20, 40, 60 และ 80 µg/ml

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก 0.5 ml. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent 2.5 ml. เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 2.0 ml. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

3. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 nm และนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดแกลลิก

3.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัด

1. เตรียมสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เข้มข้น 50 µg/ml โดยนำสารสกัดหยาบของเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 0.0050 g ละลายในเอทานอล 2 ml และปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml

2. ปิเปตสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เข้มข้น 50 µg/ml จำนวน 0.5 ml. จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่น Folin-Ciocalteu reagent 2.5 ml. เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นโซเดียมคาร์บอเนต 2.0 ml. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

3. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 nm และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานแกลลิกเพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

3.4 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

3.4.1 การเตรียมสารเคมีและวัตถุดิบ

1. เตรียมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.01 mM โดยชั่ง DPPH 0.0040 g ละลายด้วย เอทานอล แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL
2. เตรียมสารสกัดจากการสกัดด้วยซัลโฟลิกเล็ด ด้วยตัวทำละลายต่างๆที่เวลาที่เหมาะสมโดยชั่งสารสกัด 0.0100 g ละลายด้วยเอทานอล 2 mL แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
3. เตรียมสารละลายมาตรฐาน (trolox , ascorbic acid) เข้มข้น 100 µg/mL โดยชั่งสารสกัดหรือสารมาตรฐาน 0.0100 g ละลายด้วยเอทานอล 2 mL แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL ด้วยน้ำกลั่น
4. เจือจางสารสกัดหรือสารละลายมาตรฐานด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ (2, 4, 6, 8 และ 10 µg/mL)

3.4.2 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานหรือสารละลายตัวอย่าง แล้วเติมสารละลาย DPPH (อัตราส่วน 1 : 1)
2. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ในที่มีอุณหภูมิประมาณ 3 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 520 nm
3. นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ คำนวณค่าร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition) แล้วสร้างกราฟระหว่างค่าร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition) กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานหรือสารสกัดตัวอย่าง

$$\text{การคำนวณร้อยละการยับยั้ง (\% Inhibition)} = \frac{\text{OD}_{\text{blank}} - \text{OD}_{\text{sample}}}{\text{OD}_{\text{blank}}} \times 100$$

OD_{blank} = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลายซึ่งไม่ได้เติมสารมาตรฐานหรือสารสกัด

$\text{OD}_{\text{sample}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลายซึ่งเติมสารมาตรฐานหรือสารสกัด

3.5 การประยุกต์ใช้สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม พบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณมากพอสมควร จึงได้มีความคิดเพิ่มมูลค่ามะขามด้วยการนำสาร

สกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ได้แก่ ครีมบำรุงผิว เจลบำรุงผิว สบู่เหลว และลิปบาล์ม ซึ่งได้ทำการปรับอัตราส่วนผสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุด

3.5.1 การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในครีมบำรุงผิว

การนำสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้เป็นส่วนผสมในครีมบำรุงผิว เพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่มะขาม โดยเตรียมส่วนผสมตามตำหรับต่างๆ ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ส่วนผสมของครีมบำรุงผิว

ส่วนผสมของครีมบำรุงผิว	ปริมาณส่วนผสมของครีมบำรุงผิว		
	ตำหรับที่1	ตำหรับที่2	ตำหรับที่3
น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น	25 g	15 g	20 g
เศษสบู่	5 g	5 g	3 g
Glycerine	15 g	15 g	15 g
กรดสเตียริก	25 g	25 g	25 g
ไอพีเอ	15 g	15 g	12 g
Triethanolamine	10 g	10 g	18 g
สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ด	0.1 g	0.1 g	0.2 g
มะขาม	10 mL	10 mL	10 mL
Ethanol	90 mL	70 mL	100 mL
น้ำกลั่น	1 mL	1 mL	1 mL
น้ำหอม	2-3 หยด	2-3 หยด	2-3 หยด

วิธีทำ

1. แบ่งส่วนผสมเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่1 น้ำมันมะพร้าว เศษสบู่ Glycerine กรดสเตียริก ไอพีเอ

Triethanolamine

ส่วนที่2 สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามละลายด้วย Ethanol น้ำกลั่น

2. นำส่วนผสมทั้งสองส่วน ตั้งในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 70-75 °C คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3. ผสมทั้งสองส่วนเข้ากัน ตั้งไว้จนอุณหภูมิลดลงประมาณ 50 °C จากนั้นเติมน้ำหอม

3.5.2 การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในเจลบำรุงผิว

การนำสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้เป็นส่วนผสมในครีมบำรุงผิว เพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่มะขาม โดยเตรียมส่วนผสมต่างๆ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ส่วนผสมของเจลบำรุงผิว

ส่วนผสมของเจลบำรุงผิว	ปริมาณส่วนผสมของเจลบำรุงผิว	
	สำหรับที่1	สำหรับที่2
Carbopol 940	1 g.	0.4 g.
Glycerine	2 g.	2 g.
สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	0.1 g.	0.2 g.
Ethanol	10 mL.	10 mL.
น้ำกลั่น	70 mL.	50 mL.
น้ำหอม	2-3 หยด	2-3 หยด

วิธีทำ

1. ละลายสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดด้วยEthanol 2 mL.
2. ละลาย Carbopol ด้วยน้ำกลั่นให้เป็นเนื้อเจลใส จากนั้นเติม Ethanol ส่วนที่เหลือ

3. เติมสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม Glycerine และน้ำหอม คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.5.3 การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในสบู่มะนาว

การนำสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้เป็นส่วนผสมในสบู่มะนาว เพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่มะขาม โดยเตรียมส่วนผสมต่างๆ ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ส่วนผสมของสบู่เหลว

ส่วนผสมของสบู่เหลว	ปริมาณส่วนผสมของสบู่เหลว
	สำหรับที่ 1
Glycerine	60 g.
ผงซัก	0.1 g.
สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	0.2 g.
เศษสบู่	15 g.
Ethanol	10 mL.
น้ำกลั่น	45 g.
น้ำหอม	2-3 หยด

วิธีทำ

1. สารสกัด 0.2 กรัม ละลายเอทานอล 10 มิลลิลิตร ระเหยให้เหลือประมาณ 2 มิลลิลิตร
2. นำสบู่ก้อนมาขูดให้เป็นผงสบู่
3. นำผงสบู่ 15 กรัม ใส่ปิกเกอร์ เติมน้ำ 45 กรัม ตั้งไฟปานกลาง ให้ผงสบู่ละลายให้หมด
4. เติมกลีเซอริน 60 กรัม ใส่ผงซัก 0.1 กรัม คนให้เข้ากัน
5. เติมน้ำหอมและสารสกัดที่เตรียมได้จากข้อที่ 1. คนให้เข้ากัน แล้วบรรจุใส่ขวดสามารถใช้ได้ทันที

3.5.4 การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในลิปปาล์ม

การนำสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาใช้เป็นส่วนผสมในลิปปาล์ม เพื่อเพิ่มคุณค่าให้แก่มะขาม โดยเตรียมส่วนผสมต่างๆ ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ส่วนผสมของลิปปาล์ม

ส่วนผสมของลิปปาล์ม	ปริมาณส่วนผสมของลิปปาล์ม
	ตำหรับที่ 1
น้ำมันมะพร้าว	30 mL.
สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม	0.2 g.
เศษสบู่	15 g.
Ethanol	10 mL.
ขี้ผึ้ง	15 g.
วาสลีน	15 g.
น้ำหอม	2-3 หยด

วิธีทำ

1. สารสกัด 0.2 กรัม ละลายเอทานอล 10 มิลลิลิตร ระเหยให้เหลือประมาณ 2 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำมันมะพร้าว 30 มิลลิลิตร ขี้ผึ้ง 15 กรัม และวาสลีน 15 กรัม คนให้เข้ากัน
3. เติมน้ำหอม คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุลงตลับ

3.5.5 ตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผิวทุกชนิดต้องผ่านการตรวจสอบคุณลักษณะให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เพื่อไม่ให้เกิดการแพ้ ระคายเคือง รวมทั้งอันตรายที่อาจได้รับจากผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ตำหรับผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยมีการตรวจสอบเบื้องต้นดังต่อไปนี้

3.5.5.1 ครีมบำรุงผิว

1. ลักษณะทั่วไป ต้องไม่แยกชั้น ไม่จับตัวเป็นก้อน ปราศจากสิ่งแปลกปลอม ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
 2. สี ต้องมีสีสม่ำเสมอ ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
 3. กลิ่น ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นฉับ กลิ่นหืน กลิ่นบูด
- ทำการตรวจสอบโดยพินิจและดม

4. ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ ค่าที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง
pH = 5-8

5. ความคงสภาพ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง
แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่
อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์

6. การใช้งาน เมื่อทา ต้องเนียนอยู่บนผิว ไม่เหนียวเหนอะหนะ ไม่
ระคายเคืองต่อผิว ทำการตรวจสอบโดยทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีปริมาตรประมาณ 1 g. บริเวณ
ท้องแขน ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วตรวจการระคายเคือง โดยอาสาสมัครต้องไม่รู้สีกระคาย
เคืองหรือต้องไม่มีผื่นแดงบริเวณผิวหนังที่ทดสอบที่ทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์บำรุงผิว จึงจะถือว่าไม่เกิดการ
ระคายเคืองต่อผิวหนัง

3.5.5.2 เจลบำรุงผิว

1. ลักษณะทั่วไป ต้องไม่แยกชั้น ไม่จับตัวเป็นก้อน ปราศจากสิ่ง
แปลกปลอม ทำการตรวจสอบโดยพินิจ

2. สี ต้องมีสีสม่ำเสมอ ทำการตรวจสอบโดยพินิจ

3. กลิ่น ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นฉับ กลิ่นหืน กลิ่นบูด
ทำการตรวจสอบโดยพินิจและดม

4. ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ ค่าที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง
pH = 5-8

5. ความคงสภาพ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง
แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่
อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์

6. การใช้งาน เมื่อทา ต้องเนียนอยู่บนผิว ไม่เหนียวเหนอะหนะ ไม่
ระคายเคืองต่อผิว ทำการตรวจสอบโดยทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีปริมาตรประมาณ 1 g. บริเวณ
ท้องแขน ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วตรวจการระคายเคือง โดยอาสาสมัครต้องไม่รู้สีกระคาย
เคืองหรือต้องไม่มีผื่นแดงบริเวณผิวหนังที่ทดสอบที่ทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์บำรุงผิว จึงจะถือว่าไม่เกิดการ
ระคายเคืองต่อผิวหนัง

3.5.5.3 สบู่เหลว

1. ลักษณะทั่วไป ต้องไม่แยกชั้น ไม่จับตัวเป็นก้อน ปราศจากสิ่งแปลกปลอม ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
2. สี ต้องมีสีสม่ำเสมอ ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
3. กลิ่น ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็นหืน กลิ่นบูด ทำการตรวจสอบโดยพินิจและดม
4. ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ ค่าที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง $\text{pH} = 4-8$
5. ความคงสภาพ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์
6. การใช้งาน หลังใช้สบู่เหลว ไม่ระคายเคืองต่อผิว ไม่ทำให้ผิวแห้ง ทำการตรวจสอบโดยใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สบู่มีปริมาตรประมาณ 1 g. บริเวณมือและท้องแขน และล้างออก หลังใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วตรวจการระคายเคือง โดยอาสาสมัครต้องไม่รู้สึกระคายเคืองหรือต้องไม่ผื่นแดงบริเวณผิวหนังที่ทดสอบที่ทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์สบู่ จึงจะถือว่าไม่เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง

3.5.5.4 ลิปปาล์ม

1. ลักษณะทั่วไป ต้องไม่แยกชั้น ปราศจากสิ่งแปลกปลอม ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
2. สี ต้องมีสีสม่ำเสมอ ทำการตรวจสอบโดยพินิจ
3. กลิ่น ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็นหืน กลิ่นบูด ทำการตรวจสอบโดยพินิจและดม
4. ความคงสภาพ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์

5. การใช้งาน เมื่อทา ต้องเนียนเคลือบริมฝีปาก ไม่ระคายเคืองทำ การตรวจสอบ โดยทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลิปบาล์มที่มีปริมาตรเล็กน้อย บริเวณท้องแขน ปล่อยทิ้งไว้เป็น เวลา 6 ชั่วโมง แล้วตรวจการระคายเคือง โดยอาสาสมัครต้องไม่รู้สึกระคายเคืองหรือต้องไม่มีผื่นแดง บริเวณผิวหนังที่ทดสอบที่ทาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลิปบาล์ม จึงจะถือว่าไม่เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง

3.5.5.5 ประเมินความพึงพอใจ

จากการตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ได้ตำหรับผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยการนำผลิตภัณฑ์ตำหรับที่เหมาะสมที่สุดไปประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัคร จำนวน 20 คน ด้วยแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ ในด้านต่างๆ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาอัตราส่วนและเวลาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการสกัดสารฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ด้วยวิธีการแช่ในตัวทำละลาย การรีฟลักซ์ และการชอห์กเลต เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสกัดสารจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

จากการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกโดยการแช่ โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ 0:100 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 1 g ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีการแช่

เวลาที่ใช้ (วัน)	ผลผลิตร้อยละ (%Yield) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม				
	อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	11.0126	12.9093	9.0478	8.7535	7.8158
4	9.3620	10.3764	8.7012	8.5429	8.0293
6	10.9383	11.1309	8.9353	8.6879	7.4587
8	9.9930	10.9014	9.9624	9.6971	6.8373
10	10.0715	12.0460	9.4631	9.1268	7.2922
12	9.7414	10.7686	10.0426	9.2525	7.8750
14	10.4408	10.0419	9.5299	9.1107	7.4180
16	11.0447	10.9900	9.8014	8.8291	7.9708
18	10.0917	9.7549	10.0605	9.0325	7.7752
20	11.1408	10.1949	9.6083	9.5874	8.1113
22	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-

เวลาที่ใช้ (วัน)	ผลผลิตร้อยละ (%Yield) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม				
	อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
28	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-

จากการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีซอห์กเลต โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ 0:100 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 1g ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีซอห์กเลต

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ผลผลิตร้อยละ (%Yield) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม				
	อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	11.9012	11.3697	10.8280	10.0554	9.3520
4	11.8312	11.9567	10.8423	10.6187	9.9035
6	12.1910	12.1191	10.9631	10.8413	10.2148

จากการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีรีฟลักซ์ โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ 0:100 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 1g ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลผลิตร้อยละของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่ โดยวิธีการสกัดรีฟลักซ์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วนต่างๆ

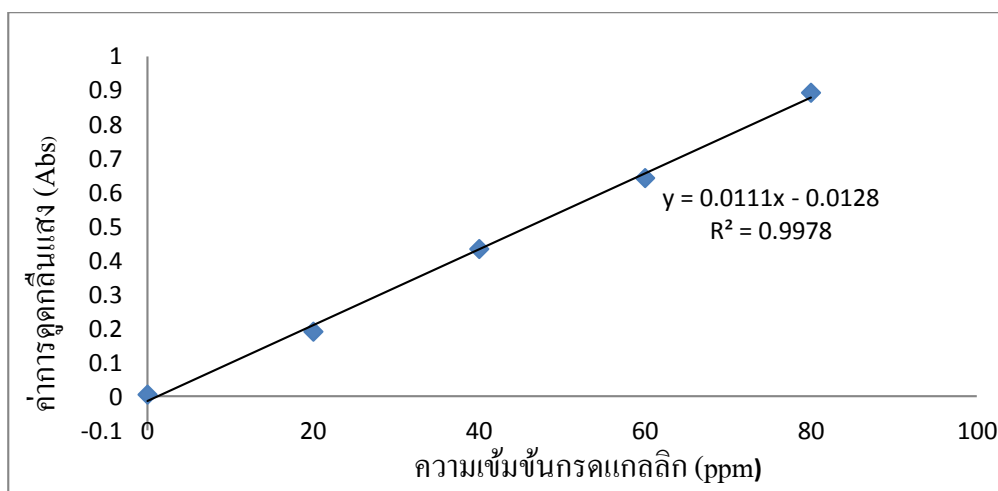
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ผลผลิตร้อยละ (%Yield) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม				
	อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	10.77	12.50	11.23	10.81	10.09

4.2 ผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้อัตราส่วนตัวทำละลายที่เหมาะสมต่อการสกัดสารประกอบฟีนอลิกในระยะเวลาที่สั้นแต่ได้สารสกัดในปริมาณมาก โดยทำการวัดค่าดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน gallic acid ที่ความยาวคลื่น 765 nm. จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลายมาตรฐาน gallic acid กับค่าดูดกลืนแสง ดังภาพที่ 4-1

ตารางที่ 4-4 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm. ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

ความเข้มข้นกรดแกลลิก (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0.005
20	0.190
40	0.434
60	0.642
80	0.893



ภาพที่ 4-1 กราฟมาตรฐาน gallic acid ที่ความยาวคลื่น 765 nm

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยการหาค่าเฉลี่ยจากอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ

0:100 ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm. ทุกๆ 2 วัน จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับ กราฟมาตรฐาน gallic acid เพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในรูป mg/g ของเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ได้ผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีการแซ่

เวลาที่ใช้ (วัน)	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม) อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	62.4513	78.206	47.935	56.698	93.669
4	53.1038	64.129	50.310	50.026	75.166
6	65.3473	69.719	52.818	58.848	63.267
8	62.0888	75.804	63.900	59.568	56.398
10	64.5902	85.176	61.647	61.859	60.547
12	62.0861	84.151	64.708	62.439	58.097
14	63.1208	72.099	57.246	67.444	48.958
16	65.6639	74.026	56.421	68.053	48.939
18	58.5248	61.910	57.126	58.707	42.850
20	64.5916	61.610	51.982	64.592	41.920

จากการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธีชอกห์เลต โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ 0:100 ทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm. ที่เวลาการสกัด 2, 4 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid เพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในรูป mg/g ของสารสกัดหยาบ ได้ผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีซอห์นเกลต

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม) อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	72.429	75.885	60.148	58.698	52.338
4	80.986	93.198	70.541	69.567	66.417
6	93.434	98.278	78.576	81.274	75.375

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธีรีฟลักซ์ โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0 , 70:30 , 50:50 ,30:70 และ 0:100 ทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm. ที่เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid เพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในรูป mg/g ของสารสกัดหยาบ ได้ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีรีฟลักซ์

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม) อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ				
	(100:0)	(70:30)	(50:50)	(30:70)	(0:100)
2	60.512	78.998	59.507	63.338	47.942

จากตารางที่ 4-7 จะเห็นว่าปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีรีฟลักซ์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในตัวทำละลายอัตราส่วน 70:30 ให้ปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการรีฟลักซ์ โดยใช้เวลา 1.30, 2 และ 3 ชั่วโมง ตัวทำละลายอัตราส่วน 70:30 ให้ผลดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ปริมาณฟีนอลิกจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีฟลักซ์ ในตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำอัตราส่วน 70:30

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม) อัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ
	(70:30)
1.30	69.354
2	78.998
3	70.330

4.3 ผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีซอห์กเลต ที่เวลาการสกัด 6 ชั่วโมง และวิธีฟลักซ์ที่เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง โดยนำสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ อัตราส่วนต่างๆ โดยทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm. และคำนวณร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm และร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยวิธีซอห์กเลต เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และวิธีฟลักซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อัตราส่วนตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ	วิธีซอห์กเลต			วิธีฟลักซ์		
	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)	ร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition)	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)	ร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition)
100 : 0	0	0.882	0	0	0.882	0
	2	0.646	26.757	2	0.575	34.807
	4	0.476	46.032	4	0.485	45.011
	6	0.408	53.741	6	0.481	45.456
	8	0.313	64.512	8	0.404	54.195
	10	0.227	74.263	10	0.351	60.204

อัตรา ส่วนตัว ทำละลาย เอทานอล : น้ำ	วิธีชอล์กเลต			วิธีรีฟลักซ์		
	ความ เข้มข้น (ppm)	ค่าการ ดูดกลืน แสง (Abs)	ร้อยละการ ยับยั้ง (%Inhibition)	ความ เข้มข้น (ppm)	ค่าการ ดูดกลืน แสง (Abs)	ร้อยละการ ยับยั้ง (%Inhibition)
70 : 30	0	0.882	0	0	0.882	0
	2	0.622	29.478	2	0.534	44.259
	4	0.443	49.773	4	0.428	55.324
	6	0.387	56.122	6	0.446	53.445
	8	0.302	65.760	8	0.419	56.263
	10	0.226	74.376	10	0.325	66.075
50 : 50	0	0.882	0	0	0.882	0
	2	0.628	28.798	2	0.628	34.447
	4	0.512	41.950	4	0.522	45.511
	6	0.379	57.029	6	0.482	49.687
	8	0.311	64.739	8	0.442	53.862
	10	0.233	73.583	10	0.354	63.048
30 : 70	0	0.882	0	0	0.882	0
	2	0.661	25.057	2	0.634	33.820
	4	0.471	46.599	4	0.464	51.566
	6	0.405	54.082	6	0.504	47.390
	8	0.318	63.946	8	0.437	54.384
	10	0.245	72.222	10	0.344	64.092
0 : 100	0	0.882	0	0	0.882	0
	2	0.649	26.417	2	0.620	35.282
	4	0.497	43.651	4	0.474	50.522
	6	0.392	55.556	6	0.478	50.104
	8	0.327	62.925	8	0.417	56.472

อัตรา ส่วนตัว ทำละลาย เอทานอล : น้ำ	วิธีซอห์เกต			วิธีรีฟลักซ์		
	ความ เข้มข้น (ppm)	ค่าการ ดูดกลืน แสง (Abs)	ร้อยละการ ยับยั้ง (%Inhibition)	ความ เข้มข้น (ppm)	ค่าการ ดูดกลืน แสง (Abs)	ร้อยละการ ยับยั้ง (%Inhibition)
	10	0.251	71.542	10	0.342	64.301

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีซอห์เกต ที่เวลาการสกัด 6 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบการต้านอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐาน วัดค่าดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานที่มีความยาวคลื่น 520 nm. และคำนวณร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารมาตรฐาน (Trolox , Ascorbic acid) ได้ผลดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm และร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ของสารมาตรฐาน (Trolox , Ascorbic acid)

สาร มาตรฐาน	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)	ร้อยละการยับยั้ง(% Inhibition)
Trolox	0	0.882	0
	2	0.740	16.100
	4	0.618	29.932
	6	0.524	40.590
	8	0.420	52.381
	10	0.381	56.803
Ascorbic acid	0	0.882	0
	2	0.683	22.562
	4	0.554	37.188
	6	0.416	52.834
	8	0.329	62.698
	10	0.285	67.687

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน (Trolox , Ascorbic acid) และสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีซอห์กเลต และวิธีฟลักซ์ ด้วยวิธี DPPH Method เมื่อทำการเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน กับสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม โดยรายงานผลเป็นค่า IC_{50} ได้ผลดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ตารางแสดงค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%Inhibition) ของสารมาตรฐานและสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยวิธีซอห์กเลต และวิธีฟลักซ์ รายงานผลเป็นค่า IC_{50}

สารมาตรฐานและสารสกัด	ค่า IC_{50} ($\mu g/ml$)	
	วิธีซอห์กเลต	วิธีฟลักซ์
Trolox	8.09	8.09
Ascorbic acid	6.24	6.24
เอทานอล : น้ำ (100 : 0)	5.46	6.96
เอทานอล : น้ำ (70 : 30)	5.04	5.79
เอทานอล : น้ำ (50 : 50)	5.43	6.65
เอทานอล : น้ำ (30 : 70)	5.57	6.51
เอทานอล : น้ำ (0 : 100)	5.63	6.31

4.4 ผลการประยุกต์ใช้สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

4.4.1 ผลการตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม พบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณมากพอสมควร จึงได้นำสารสกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิว เจลบำรุงผิว สบู่เหลว และลิปบาล์ม โดยปรับปริมาณส่วนผสมตามตำหรับต่างๆ เพื่อให้ได้ตำหรับผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด จึงได้มีการตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์เบื้องต้นได้ผลดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ตารางแสดงผลการประยุกต์ใช้สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

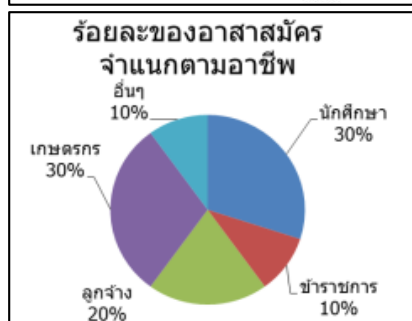
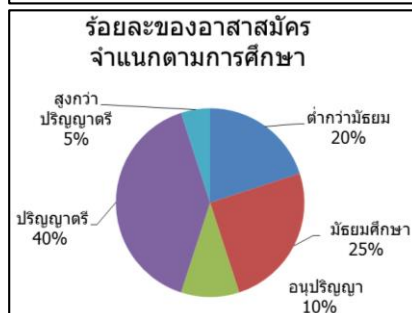
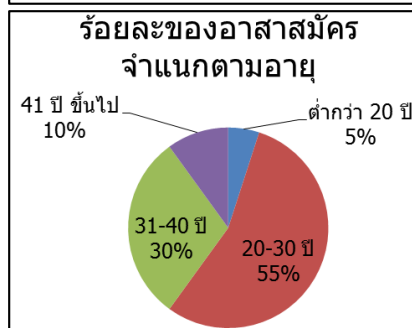
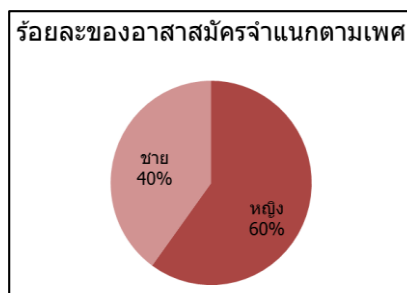
ผลิตภัณฑ์	ตำหรับผลิตภัณฑ์	ลักษณะผลิตภัณฑ์
ครีมบำรุงผิว	ตำหรับ 1	เนื้อครีมสีชมพูอ่อน เป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น pH=8 เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าครีมบำรุงผิวมีลักษณะเหนียวข้นและจับตัวเป็นก้อน แปรสภาพไปจากเดิม เมื่อทา เนื้อครีมจะติดจะเป็นฝ้าขาวๆที่ผิว และซึมเข้าผิวช้า ค่อนข้างเหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว
	ตำหรับ 2	เนื้อครีมสีชมพูอ่อน จับกันเป็นก้อน ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน pH = 8 เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าครีมบำรุงผิวมีลักษณะเหนียวข้นและจับตัวเป็นก้อน แปรสภาพไปจากเดิม เมื่อทา เนื้อครีมจะติดจะเป็นฝ้าขาวๆที่ผิว และซึมเข้าผิวช้า เหนียวเหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว
	ตำหรับ 3	เนื้อครีมสีชมพูอ่อน เป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น pH=7 เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าครีมบำรุงผิวไม่แปรสภาพไปจากเดิม เมื่อทา เนื้อครีมจะซึมเข้าผิวเร็ว ไม่เหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว
เจลบำรุงผิว	ตำหรับ 1	เนื้อเจลมีลักษณะเป็นเจลใสสีส้ม เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าเจลจะมีลักษณะขุ่นขึ้นเล็กน้อย pH=11 เมื่อทา เนื้อเจลจะซึมเข้าผิวเร็ว ไม่เหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว
	ตำหรับ 2	เนื้อเจลมีลักษณะเป็นเจลใสสีชมพู-ส้ม เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าเจลมีลักษณะเป็นเจลใสสีชมพู-ส้ม ดังเดิม pH=7 เมื่อทา เนื้อเจลจะซึมเข้าผิวเร็ว ไม่เหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว
สบู่เหลว	ตำหรับ 1	เนื้อสบู่ต้องไม่แยกชั้น ไม่จับตัวเป็นก้อน เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่าสบู่มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นสีน้ำตาลอ่อน pH=7 หลังใช้สบู่เหลว ไม่ระคายเคืองต่อผิว ไม่ทำให้ผิวแห้ง
ลิปบาล์ม	ตำหรับ 1	เนื้อลิปบาล์มต้องไม่แยกชั้น เมื่อตรวจสอบความคงตัวพบว่า มีลักษณะกึ่งแข็งสีน้ำตาลอ่อน เมื่อทาเนื้อเนียนเคลือบริมฝีปาก และไม่ระคายเคือง

4.4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์

จากการตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์เบื้องต้นทำให้ได้ตำหรับผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดคือ ครีมบำรุงผิวสำหรับ 3 เจลบำรุงผิวสำหรับ 2 สบู่เหลวสำหรับ 1 และลิปปาล์มสำหรับ 1 จากนั้นนำตำหรับผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดไปทดสอบความพึงพอใจกับอาสาสมัครจำนวน 20 คน ดังตารางที่ 4-13 และระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4-14, 4-15, 4-16 และ 4-17

ตารางที่ 4-13 ข้อมูลอาสาสมัครที่ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
- ผู้หญิง	12	60
- ผู้ชาย	8	40
2. อายุ		
- ต่ำกว่า 20 ปี	1	5
- 20-30 ปี	11	55
- 31-40 ปี	6	30
- 41 ปี ขึ้นไป	2	10
3. การศึกษาสูงสุด		
- ต่ำกว่ามัธยม	4	20
- มัธยมศึกษา	5	25
- อนุปริญญา	2	10
- ปริญญาตรี	8	40
- สูงกว่าปริญญาตรี	1	5
4. อาชีพ		
- นักศึกษา	6	30
- ข้าราชการ	2	10
- ลูกจ้าง	4	20
- เกษตรกร	6	30
- อื่นๆ	2	10



ตารางที่ 4-14 ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิว
เกณฑ์การให้คะแนน 0.49-1.5 = ปรับปรุง 1.51-2.5 = พอใช้ 2.51-3.5 = ปานกลาง 3.51-4.5 = ดี
4.51-5.0 = ดีมาก

รายการ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					SD	เฉลี่ย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง		
1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์	2	16	2	-	-	2.62	4.00
2. สีของผลิตภัณฑ์	1	2	14	3	-	1.92	3.05
3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	1	9	9	1	-	2.25	3.50
4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ	3	14	3	-	-	2.62	4.00
5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	1	11	8	-	-	2.36	3.65
ความพึงพอใจในภาพรวม	3.64						

ตารางที่ 4-15 ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิว

รายการ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					SD	เฉลี่ย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง		
1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์	9	9	1	1	-	2.85	4.30
2. สีของผลิตภัณฑ์	10	8	2	-	-	2.92	4.40
3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	3	9	8	-	-	2.44	3.75
4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ	2	5	13	-	-	2.21	3.45
5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	1	10	8	1	-	2.29	3.55
ความพึงพอใจในภาพรวม	3.98						

ตารางที่ 4-16 ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์สบู่เหลว

รายการ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					SD	เฉลี่ย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง		
1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์	-	2	14	4	-	58	2.9
2. สีของผลิตภัณฑ์	2	17	1	-	-	81	4.05
3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	2	10	2	6	-	68	3.4
4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ	-	7	9	4	-	63	3.15
5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	1	4	14	1	-	65	3.25
ความพึงพอใจในภาพรวม	3.35						

ตารางที่ 4-17 ระดับคะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครจำนวน 20 คน ต่อผลิตภัณฑ์ลิปบาล์ม

รายการ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					SD	เฉลี่ย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง		
1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์	1	8	11	-	-	70	3.5
2. สีของผลิตภัณฑ์	-	4	6	10	-	54	2.7
3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	-	6	10	4	-	62	3.1
4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ	-	2	13	5	-	57	2.85
5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	-	1	14	5	-	56	2.5
ความพึงพอใจในภาพรวม	2.95						

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานพันธุ์สีทอง โดยศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลายเอทานอล:น้ำ ที่เหมาะสม ที่ได้สารประกอบฟีนอลิกปริมาณมากในระยะเวลาสั้น และศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากการสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม และสามารถประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิว

จากการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมต่อการสกัดสารจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีการแช่ วิธีซอห็กเลต และวิธีรีฟลักซ์ โดยศึกษาจากอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล : น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 พบว่าตัวทำละลายอัตราส่วน 70:30 ด้วยวิธีแช่ให้ผลผลิตร้อยละเท่ากับ 12.9093 ซึ่งมากกว่าผลผลิตร้อยละที่ได้จากตัวทำละลายอัตราส่วนอื่น และพบว่าผลผลิตตั้งแต่วันที่ 22 ไม่สามารถให้สารสกัดได้เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่แช่ในตัวทำละลายนั้นเกิดการเน่า ไม่สามารถกรองเพื่อนำไประเหยได้ ส่วนตัวทำละลายอัตราส่วน 100:0 ด้วยวิธีซอห็กเลตให้ผลผลิตร้อยละเท่ากับ 12.1910 ซึ่งมากกว่าผลผลิตร้อยละที่ได้จากตัวทำละลายอัตราส่วนอื่น และตัวทำละลายอัตราส่วน 70:30 ให้ผลผลิตร้อยละ 12.50 ซึ่งมากกว่าผลผลิตร้อยละที่ได้จากตัวทำละลายอัตราส่วนอื่นเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตร้อยละจากทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีการแช่ให้ผลผลิตร้อยละมากที่สุด

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีการแช่ วิธีซอห็กเลต และวิธีรีฟลักซ์ โดยศึกษาจากอัตราส่วนตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ ดังต่อไปนี้คือ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid (สมการ $y=0.0111x-0.0128$, $R^2=0.9978$) คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในรูป mg/g ของเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม พบว่าวิธีการแช่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (0:100) มีปริมาณมากที่สุดคือ 93.669 mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ใช้เวลาในการแช่ 2 วัน ซึ่งน้อยกว่าตัวทำละลายในอัตราส่วนอื่น ส่วนวิธีซอห็กเลตมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (70:30) มีปริมาณมากที่สุดคือ 98.278 mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ใช้เวลาในการสกัด 6 ชั่วโมง และวิธีรีฟลักซ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (70:30) มีปริมาณมากที่สุดคือ 78.998 mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ใช้เวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นอัตราส่วนตัวทำละลายที่ให้ปริมาณฟิ

นอลิกมากที่สุดคืออัตราส่วน 70:30 และวิธีที่ดีที่สุดที่ใช้ในการสกัดคือวิธีรีฟลักซ์เพราะใช้เวลาในการสกัดน้อยกว่าทำให้สิ้นเปลืองพลังงานน้อย และได้ผลผลิตร้อยละมาก

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามด้วยวิธีซอห์กเลตใช้เวลา 6 ชั่วโมง และวิธีรีฟลักซ์ใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยนำสารมาตรฐานหรือสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล:น้ำ (100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100) จากกราฟมาตรฐานร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) ที่ความยาวคลื่น 520 nm. ที่ความเข้มข้นของสารมาตรฐานหรือสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 2-10 µg/mL พบว่าร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกับร้อยละการยับยั้งของสารมาตรฐาน Ascorbic acid และความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (IC₅₀) ของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล : น้ำ (70:30) ซึ่งดีที่สุด จากวิธีซอห์กเลตมีค่าคือ 5.04 µg/mL ซึ่งสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายอื่น และจากวิธีรีฟลักซ์มีค่าคือ 5.79 µg/mL ซึ่งสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารมาตรฐาน Trolox และ Ascorbic acid แต่มีความสามารถในการยับยั้งไม่ดีไปกว่าสารสกัดที่ได้จากวิธีซอห์กเลต

จากการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม พบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณมากพอสมควร จึงได้นำสารสกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวสำหรับที่ 3 มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีเนื้อครีมสีชมพูอ่อน เป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น pH=7 ไม่แปรสภาพ เนื้อครีมจะซึมเข้าผิวเร็วไม่เหนอะหนะ ไม่ระคายเคือง ได้คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจในระดับดี คะแนนเฉลี่ย 3.64 คะแนน เจลบำรุงผิวสำหรับที่ 2 มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีลักษณะเป็นเจลใสสีชมพู-ส้ม ไม่แปรสภาพ pH=7 เนื้อเจลจะซึมเข้าผิวเร็วให้ความชุ่มชื้นกับผิว ไม่เหนอะหนะ ไม่ระคายเคืองต่อผิว ได้คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจในระดับดี คะแนนเฉลี่ย 3.89 คะแนน สบู่เหลวสำหรับที่ 1 คุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาลอ่อน pH=7 หลังใช้สบู่เหลว ไม่ระคายเคืองต่อผิว ไม่ทำให้ผิวแห้ง ได้คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.35 คะแนน และลิปปาล์มสำหรับที่ 1 คุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีลักษณะกึ่งแข็งสีน้ำตาลอ่อน เมื่อทาเนื้อเนียนเคลือบริมฝีปาก และไม่ระคายเคือง ได้คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจในระดับพอใช้ คะแนนเฉลี่ย 2.95 คะแนน

การศึกษาสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามในครั้งต่อไป ควรศึกษาชนิดของตัวทำละลายให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้ได้ตัวทำละลายที่เหมาะสมต่อการสกัดสารประกอบฟีนอลิกในเวลาสั้น แต่ได้ปริมาณสารสกัดมาก และควรศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารกลุ่มโพลีฟีนอล เช่น แทนนิน ซึ่ง

เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม นอกจากการต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและผลิตภัณฑ์บำรุงผิว การทดสอบมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ก็เป็นสิ่งสำคัญ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานการควบคุมผลิตภัณฑ์

บรรณานุกรม

- ปรานอม ธรรมศิริ. (2555). การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ในสมุนไพรรอบบาศและยาแดงเห็ด. งานวิจัยจากสารนิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา เล่มที่ 1. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : <http://cms2.swu.ac.th/LinkClick.aspx?fileticket=x8b%2Fu6Ep5FI%3D&tabid=9640&mid=18156>
- เบญจมาศ จิตรสมบุญ และคณะ. (2557) . การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพของสารแอนติออกซิแดนซ์ในเมล็ดมะขามและผลิตรภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ภคศิริ ลินไชยกิจ, ภูวิช ไชยคำวัง, กนกกาญจน์ พรหมน้อย และปิณฑุ ผิวชัย. (2557). การเพิ่มมูลค่าของเปลือกเมล็ดมะขามที่เหลือทิ้งโดยการผลิตเป็นครีมบำรุงผิว ในหมู่บ้านหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา. วารสารพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต, 2, 203-213.
- ภคศิริ ลินไชยกิจ และไมตรี สุทธจิตต์. (2554). คุณสมบัติชีวเคมีและการประยุกต์ใช้ของเมล็ดมะขาม. คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา.
- ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์. (2549).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วันเพ็ญ สิทธิกิจโยธิน และ ดวงฤดี เชิดวงศ์เจริญสุข. (2554). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานและมะขามเปรี้ยว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 16, 47-55.
- สุภาวรัตน์ สุทธิพรวิโรจน์. (2555). เกล็ดข มข. กระเพาะเปลือกเมล็ดมะขามวิจัยพบสารต้านอนุมูลอิสระสูง. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : <http://www.pharmacy.cmu.ac.th/>. (2558, 25 กรกฎาคม).
- K. Phetdee, K. Rattanamanee, T. Teaktong and J. Viyoch. (2012). Tamarind Seed Coat Extract Reduces Melanin Production via Tyrosinase in Melanocyte. Journal of Biological Sciences, 12, 239-245.
- Hiemori, M., Koh, E., and Mitchell, AE. Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice (*Oryzasativa* L. *japonica* var. SBR). **J. Agric. Food Chem**, 2009, Vol. 57, p. 1908-1914.
- Sandesh,P., Velu, V. and Singh,R.P. (2014). Antioxidant activities of tamarind (*Tammaridus Indica*) seed coat extracts using in vitro and models. **Journal of Food Science and Technology**.

ภาคผนวก ก
ประมวลภาพงานวิจัย



ภาพที่ ผก 1 เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามบดผง



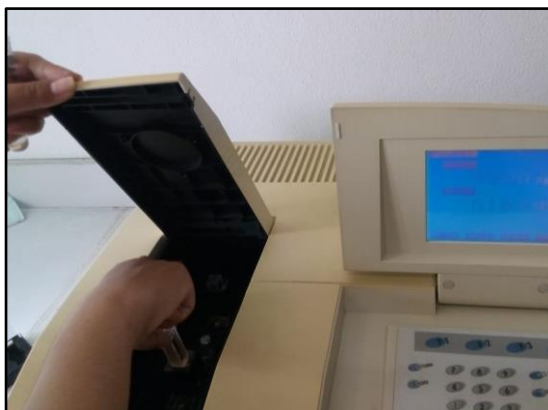
ภาพที่ ผก 2 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการแช่ด้วยตัวทำละลายเอทานอล:น้ำ



ภาพที่ ผก 3 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีชอกห์เลตด้วยตัวทำละลายเอทานอล:น้ำ



ภาพที่ ผก 4 สารสกัดที่ได้จากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม



ภาพที่ ผก 5 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวัดค่าดูดกลืนแสง
ที่ความยาวคลื่น 765 nm



ภาพที่ ผก 6 วิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm



ภาพที่ ผก 7 ผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม สำหรับที่ 1
และสำหรับที่ 2



ภาพที่ ผก 8 ผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม สำหรับที่ 1 2 และ 3



ภาพที่ ผก 9 ผลิตภัณฑ์สบู์เหลว สำหรับที่ 1



ภาพที่ ผก 10 ผลิตภัณฑ์ลิปปาล์มสำหรับที่ 1

ภาคผนวก ข
ข้อมูลตารางผลการวิจัย กราฟมาตรฐาน
และการคำนวณ

ตารางที่ ผข 1 แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลลิตร้อยละ ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีแช่

เวลาที่ใช้ (วินาที)	(100:0)			(70:30)			(50:50)			(30:70)			(0:100)		
	(ก) น้ำหนัก	(ข) ๘๖.๖๖%	Yield (%)	(ก) น้ำหนัก	(ข) ๘๖.๖๖%	Yield (%)	(ก) น้ำหนัก	(ข) ๘๖.๖๖%	Yield (%)	(ก) น้ำหนัก	(ข) ๘๖.๖๖%	Yield (%)	(ก) น้ำหนัก	(ข) ๘๖.๖๖%	Yield (%)
2	1.0034	0.1105	11.0126	1.0109	0.1305	12.9093	1.0113	0.0915	9.0478	1.0034	0.1105	11.0126	1.0109	0.1305	12.9093
4	1.0062	0.0942	9.3620	1.0042	0.1042	10.3764	1.0102	0.0879	8.7012	1.0062	0.0942	9.3620	1.0042	0.1042	10.3764
6	1.0029	0.1097	10.9383	1.0089	0.1123	11.1309	1.0106	0.0903	8.9353	1.0029	0.1097	10.9383	1.0089	0.1123	11.1309
8	1.0037	0.1003	9.9930	1.0118	0.1103	10.9014	1.0098	0.1006	9.9624	1.0037	0.1003	9.9930	1.0118	0.1103	10.9014
10	1.0068	0.1014	10.0715	1.0078	0.1214	12.0460	1.0113	0.0957	9.4631	1.0068	0.1014	10.0715	1.0078	0.1214	12.0460
12	1.0091	0.0983	9.7414	1.0057	0.1083	10.7686	1.0087	0.1013	10.0426	1.0091	0.0983	9.7414	1.0057	0.1083	10.7686
14	1.0028	0.1047	10.4408	1.0028	0.1007	10.0419	1.0084	0.0961	9.5299	1.0028	0.1047	10.4408	1.0028	0.1007	10.0419
16	1.0041	0.1109	11.0447	1.0091	0.1109	10.9900	1.0121	0.0992	9.8014	1.0041	0.1109	11.0447	1.0091	0.1109	10.9900
18	1.0038	0.1013	10.0917	1.0077	0.0983	9.7549	1.0079	0.1014	10.0605	1.0038	0.1013	10.0917	1.0077	0.0983	9.7549
20	1.0098	0.1125	11.1408	1.0054	0.1025	10.1949	1.0085	0.0969	9.6083	1.0098	0.1125	11.1408	1.0054	0.1025	10.1949

ตารางที่ ผข 2 แสดงค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีแช่

เวลาที่ใช้ (วัน)	เอทานอล : น้ำ (100:0)		เอทานอล : น้ำ (70:30)		เอทานอล : น้ำ (50:50)		เอทานอล : น้ำ (30:70)		เอทานอล : น้ำ (0:100)	
	ค่า Abs.	ฟีนอลิก (mg/gสารสกัด)	ค่า Abs.	ฟีนอลิก (mg/gสารสกัด)	ค่า Abs.	ฟีนอลิก (mg/gสารสกัด)	ค่า Abs.	ฟีนอลิก (mg/gสารสกัด)	ค่า Abs.	ฟีนอลิก (mg/gสารสกัด)
2	0.302	62.4513	0.321	78.206	0.279	47.935	0.273	56.698	0.387	93.669
4	0.314	53.1038	0.330	64.129	0.306	50.310	0.283	50.026	0.389	75.166
6	0.319	65.3473	0.333	69.719	0.313	52.818	0.286	58.848	0.301	63.267
8	0.332	62.0888	0.370	75.804	0.341	63.900	0.318	59.568	0.272	56.398
10	0.342	64.5902	0.378	85.176	0.346	61.647	0.327	61.859	0.265	60.547
12	0.339	62.0861	0.420	84.151	0.343	64.708	0.341	62.439	0.286	58.097
14	0.323	63.1208	0.386	72.099	0.319	57.246	0.346	67.444	0.258	48.958
16	0.317	65.6639	0.359	74.026	0.304	56.421	0.329	68.053	0.233	48.939
18	0.309	58.5248	0.338	61.910	0.301	57.126	0.310	58.707	0.230	42.850
20	0.307	64.5916	0.322	61.610	0.286	51.982	0.307	64.592	0.215	41.920

ตารางที่ ผข 3 แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลผลิตร้อยละ ที่ได้จากวิธีซอกซ์ฮักเลต

อัตราส่วน เอทานอล : น้ำ	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสารสกัด (g)	Yield (%)
100 : 0	2	1.0125	0.1205	11.9012
	4	1.0092	0.1194	11.8312
	6	1.0073	0.1228	12.1910
70 : 30	2	1.0053	0.1143	11.3697
	4	1.0078	0.1205	11.9567
	6	1.0042	0.1217	12.1191
50 : 50	2	1.0085	0.1092	10.8280
	4	1.0044	0.1089	10.8423
	6	1.0061	0.1103	10.9631
30 : 70	2	1.0104	0.1016	10.0554
	4	1.0086	0.1071	10.6187
	6	1.0091	0.1094	10.8413
0 : 100	2	1.0062	0.0941	9.3520
	4	1.0047	0.0995	9.9035
	6	1.0054	0.1027	10.2148

ตารางที่ ผข 4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีซอห์เกต

อัตราส่วนเอทานอล : น้ำ	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ค่า Abs.	ปริมาณฟีนอลิก (mg/g สารสกัด)
100 : 0	2	0.322	72.429
	4	0.365	80.986
	6	0.411	93.434
70 : 30	2	0.357	75.885
	4	0.418	93.198
	6	0.437	98.278
50 : 50	2	0.294	60.148
	4	0.348	70.541
	6	0.384	78.576
30 : 70	2	0.309	58.698
	4	0.349	69.567
	6	0.401	81.274
0 : 100	2	0.297	52.338
	4	0.359	66.417
	6	0.396	75.375

ตารางที่ ผข 5 แสดงน้ำหนักแห้ง น้ำหนักสารสกัด ผลผลิตร้อยละ ที่ได้จากวิธีฟลักซ์

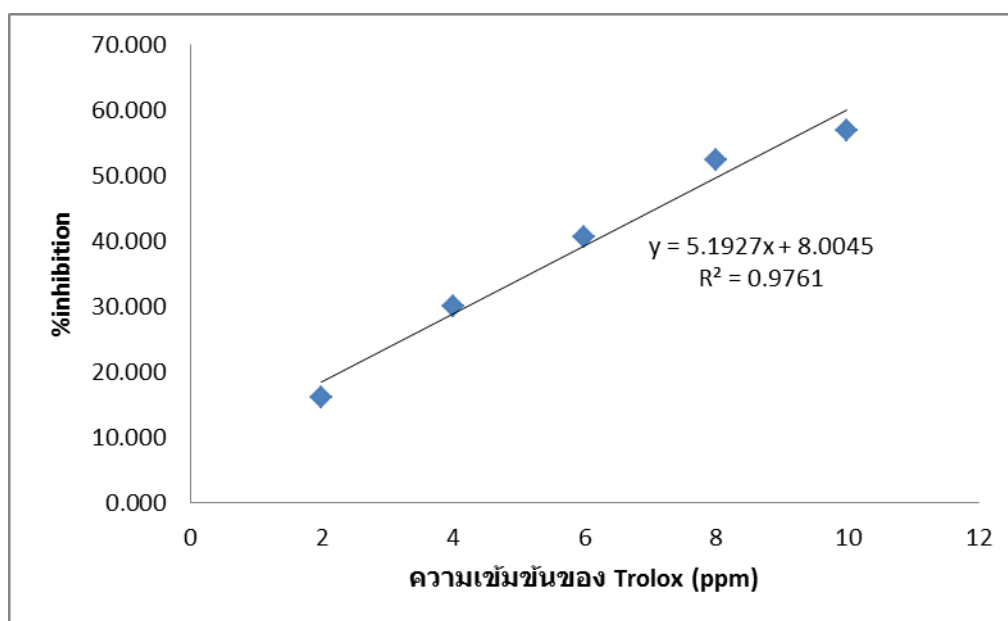
อัตราส่วน เอทานอลต่อน้ำ	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสารสกัด (g)	%Yield
100:0	1.0032	0.1080	10.7656
70:30	1.0075	0.1259	12.4963
50:50	1.0019	0.1125	11.2287
30:70	1.0054	0.1087	10.8116
0:100	1.0026	0.1012	10.0938

ตารางที่ ผข 6 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีฟลักซ์ในอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ 70:30

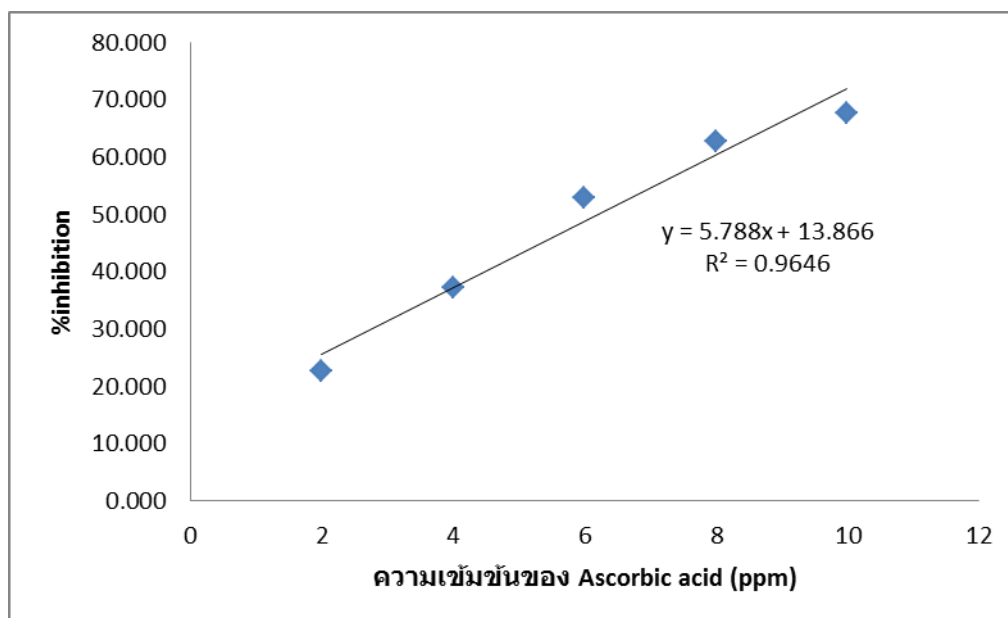
ระยะเวลาในการ สกัด(ชั่วโมง)	ค่า Abs	ปริมาณฟีนอลิก (ppm)	ปริมาณฟีนอลิก (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ด มะขาม)
1.30	0.404	30.552	69.354
2	0.415	31.373	78.998
3	0.397	30.030	70.330

ตารางที่ ผข 7 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากวิธีฟลักซ์ในตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วนต่างๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

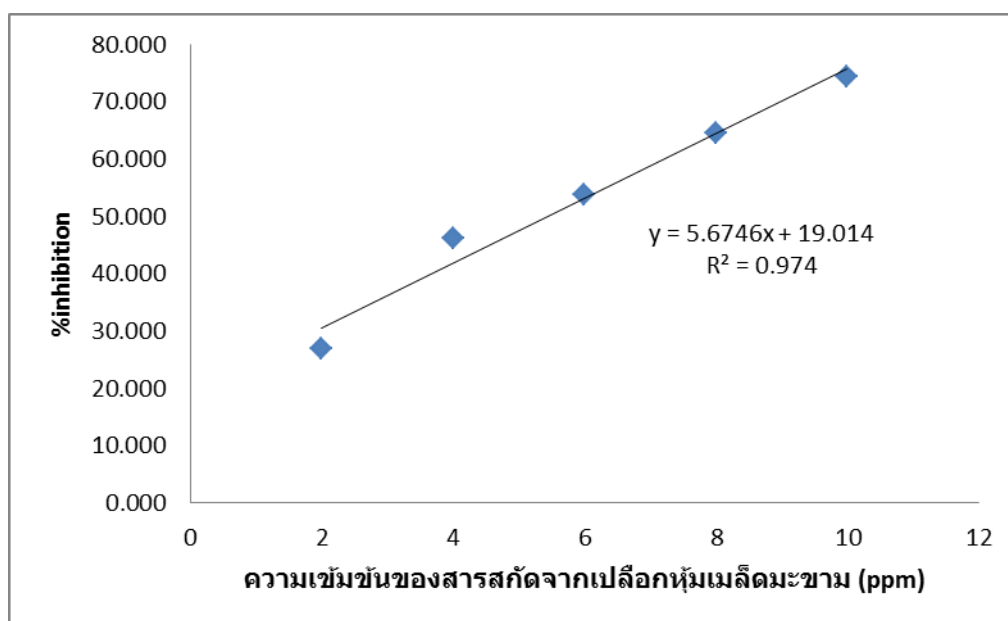
อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ	ค่า Abs	ปริมาณฟีนอลิก (ppm)	ปริมาณฟีนอลิก (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม)
100:0	0.370	28.015	60.512
70:30	0.415	31.373	78.998
50:50	0.349	26.448	59.507
30:70	0.385	29.134	63.338
0:100	0.312	23.687	47.942



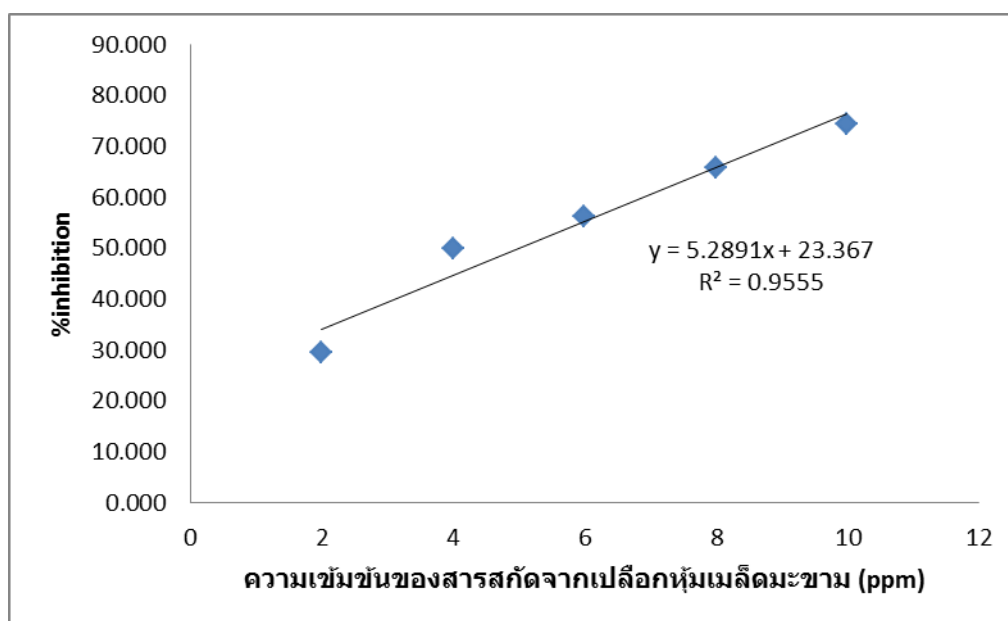
ภาพที่ ผข 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Trolox



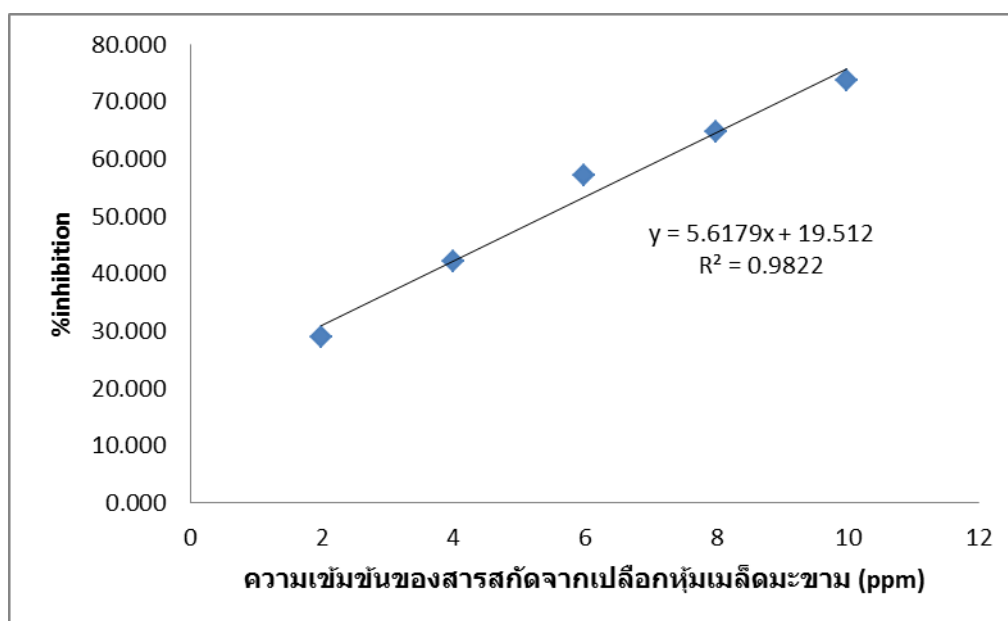
ภาพที่ ผข 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Ascorbic



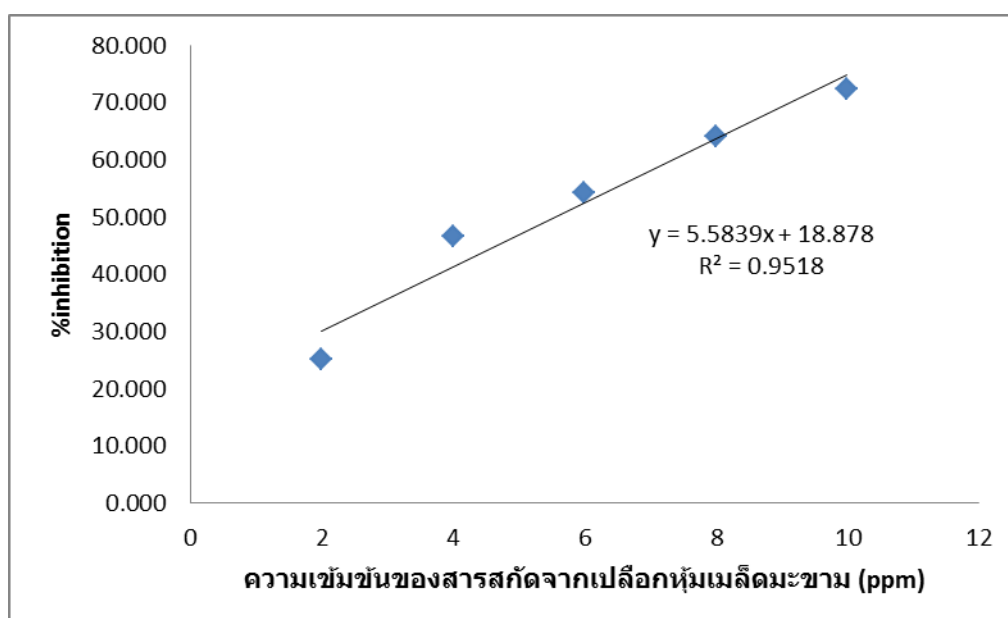
ภาพที่ ผข 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (100:0)



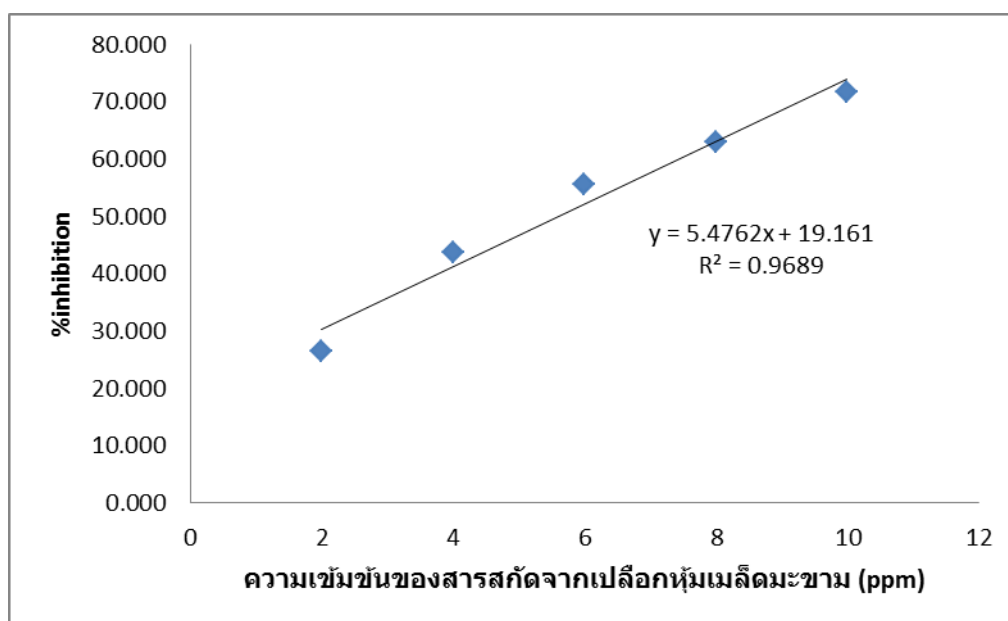
ภาพที่ ผข 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (70:30)



ภาพที่ ผข 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (50:50)



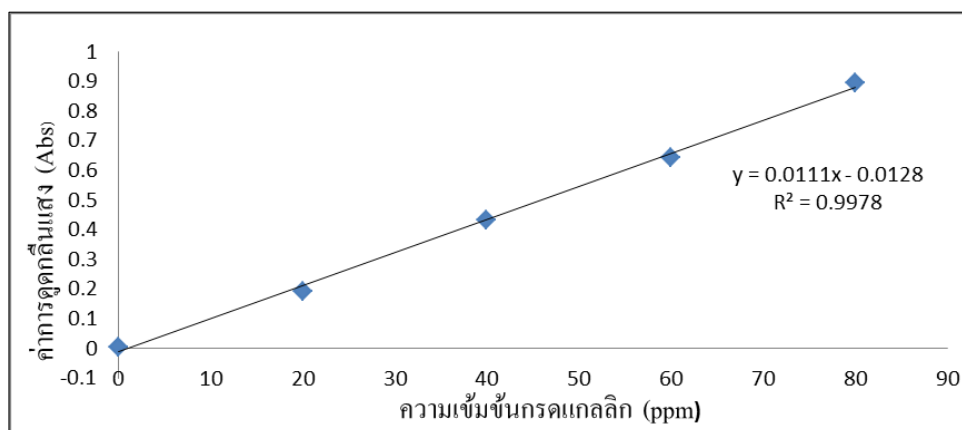
ภาพที่ ผข 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (30:70)



ภาพที่ ผข 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยเอทานอล : น้ำ (0:100)

1. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 nm และนำค่าที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก



ภาพที่ ผข 8 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

สมการจากกราฟมาตรฐานเกลติก $Y = 0.0111x - 0.0128$

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม (mg/g เปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม)

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัด = 0.322 เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดเกลติกที่ได้ 30.054 $\mu\text{g/mL}$

พบว่าในสารสกัด 1 ml จะมีปริมาณฟีนอลรวม เท่ากับ 30.054 μg

แสดงว่าในสารสกัด 50 μg จะมีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 30.054 μg

ถ้าสารสกัด 0.1205 g จะมีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ $(30.054 \times 0.1205) / 50 = 0.07249 \text{ g}$

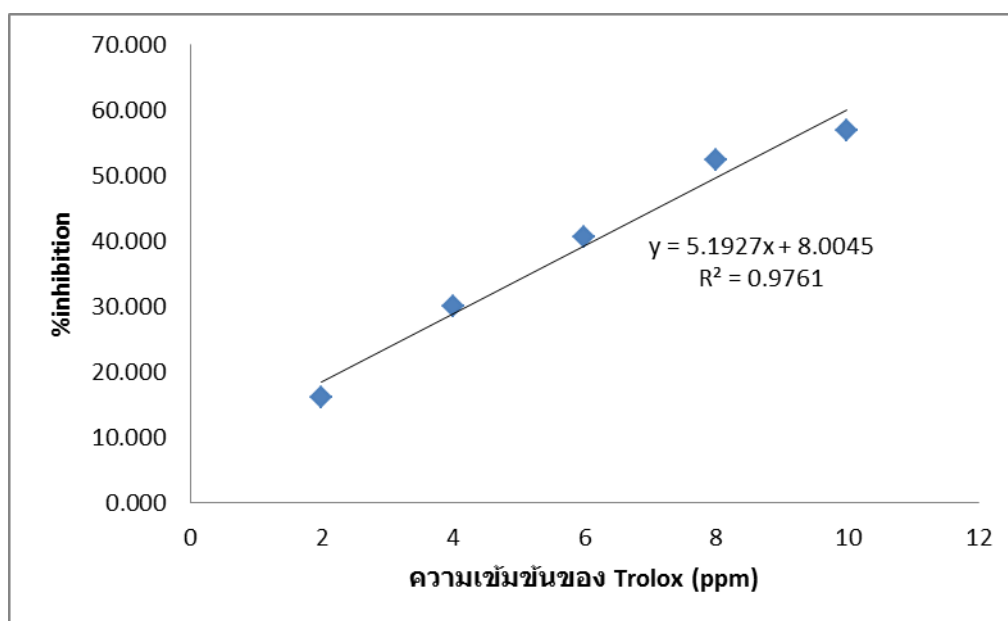
ดังนั้น ผงเปลือกเมล็ดมะขาม 1 g จะมีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 72.49 mg

2. การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐานและสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH method

ตัวอย่าง การคำนวณร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition) = $[(OD_{\text{blank}} - OD_{\text{sample}}) / OD_{\text{blank}}] \times 100$
 $= [(0.882 - 0.740) / 0.882] \times 100$
 $= 16.100$

เมื่อคำนวณครบทุกความเข้มข้นแล้ว สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการยับยั้ง (%Inhibition) และความเข้มข้นของสารมาตรฐานหรือสารสกัด



ภาพที่ ผข 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการยับยั้งและความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Trolox

ตัวอย่าง การคำนวณค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ(%Inhibition) ของสารมาตรฐาน Trolox ให้อยู่ในรูปของค่า IC_{50}

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่าในสมการที่ได้จากกราฟ } Y &= 5.1927x + 8.0045 \\
 50 &= 5.1927x + 8.0045 \\
 x &= 50 - 8.0045 / 5.1927 \\
 &= 8.087
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%Inhibition) ของสารมาตรฐาน Trolox มีค่า

$$IC_{50} = 7.956 \mu\text{g/mL}$$

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจ ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงตามความพึงพอใจ

เกณฑ์การประเมิน 1 = ปรับปรุง 2 = พอใช้ 3 = ปานกลาง 4 = ดี 5 = ดีมาก

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41 ปี ขึ้นไป
3. การศึกษาสูงสุด ☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา ☐ อนุปริญญา
☐ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ ☐ นักเรียนนักศึกษา ☐ ข้าราชการ ☐ ลูกจ้าง ☐ เกษตรกร ☐ อื่นๆ.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม

ผลิตภัณฑ์	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
เจลบำรุงผิว	1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์					
	2. สีของผลิตภัณฑ์					
	3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์					
	4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ					
	5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่					
ครีมบำรุงผิว	1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์					
	2. สีของผลิตภัณฑ์					
	3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์					
	4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ					
	5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่					
สบู์เหลว	1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์					
	2. สีของผลิตภัณฑ์					
	3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์					

ผลิตภัณฑ์	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
	4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ					
	5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่					
ลิปปาล์ม	1. ความเนียนของเนื้อผลิตภัณฑ์					
	2. สีของผลิตภัณฑ์					
	3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์					
	4. การซึมเข้าสู่ผิว ความเหนอะหนะ					
	5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล นางสาวชนากานต์ วิญญกุล
Miss Chanakan Winyakul
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 -6799- 00146- 25- 8
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.
เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2713 โทรสาร (056) 717123

E - mail : chanakanwnkn@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วท.ม. (เคมีอินทรีย์) มหาวิทยาลัยศิลปากร

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เคมีอินทรีย์สังเคราะห์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

1. การศึกษาและพัฒนาสารเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ง่ายด้วยไคโตซาน

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. ผลงานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กรณีศึกษา: การเตรียมความพร้อมในการเรียนปฏิบัติการทางเคมีอินทรีย์, ด้วยเงินอุดหนุนงานวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์ , 2557

2. ผลงานวิจัย เรื่อง การศึกษาและพัฒนาสารเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ง่ายด้วยไคโตซาน, ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558

3. ผลงานวิจัย เรื่อง ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มผิว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2, พุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทงบประมาณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2558

4. ผลงานวิจัย เรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผิวในระยะปลั่งถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมดุลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผิว” สู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์, พุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทงบประมาณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2558

7.3 งานวิจัยที่เผยแพร่

1. W. Phutdhawong, C. Winyakul and W. S. Phudthawong. (2014). “Synthesis of 3-indolylacetamide derivatives and evaluation of their plant growth regulator activity” *Maejo Int. J. Sci. Technol.* 8(2): 181-189. ด้วยเงินอุดหนุนงานวิจัยจาก สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม, Thailand Toray Science Foundation (TTSF), Kasetsart University Research and Development Institute and the National Research Council of Thailand, 2555

2. นำเสนอบทความวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ประจำปี 2559 ในหัวข้อวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพการเก็บรักษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยการเคลือบผิวด้วยสารไคโตซานและคาร์นูบา ในวันที่ ๑๙ – ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๙ ณ อาคารสุรพัฒน์ ๒ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ. นครราชสีมา

3. Sompong Sansenya, Yanling Hua, Saowapa Chumanee and Chanakan Winyakul. (2017). “Effect of gamma irradiation on the 2-acetyl-1-pyrroline content during growth of Thai black glutinous rice (Upland rice)” *Australian Journal of Crop Science.* 11(05): 631-637.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

ไม่มี

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววิไลพร ปองเพียร
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Wilaiporn Pongpian
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-6705-00335-37-0
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
4. หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ. เมือง
จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2713 โทรสาร (056) 717110
โทรศัพท์มือถือ 081-9538551 E – mail : atom2414@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วท.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา(เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาเคมีอนินทรีย์ เคมีสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย
ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน
 1. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะขามของชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2549
 2. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วง ในปี พ.ศ. 2550 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2550
 3. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผักแม้ว ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2551
 4. ทำงานวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ แอนโท-ไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วงแดง เป็นงานวิจัยระดับปริญญาโท 2552

5. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากงา เพื่อช่วยยับยั้งการเหี่ยวเหิน ในปี พ.ศ. 2552 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2552

6. ทำงานวิจัย เรื่อง การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สารประกอบไอออนิก เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาที่มีข้อจำกัดในการสืบค้นเอกสารตำรา ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2553

7. ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

8. ผู้ร่วมวิจัย เรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์จากผักมะขามที่เสียหายจากรา เพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

9. ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่ข้าวลิ้มผิวและสบู่ถ่านผักมะขาม ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

10. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอาง เพื่อเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร่ลิ้มผิว” ผู้เชี่ยวชาญอย่างยั่งยืน จังหวัดเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

11. หัวหน้าแผนงาน เรื่อง การพัฒนาศักยภาพการผลิต เชื่อมโยงการตลาดสินค้า “ข้าวไร่ลิ้มผิว” ในระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

12. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวฮางอกพญาลิ้มแกง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

7.2 การเผยแพร่งานวิจัย: ชื่อผลงานวิจัย ชื่อวารสารที่เผยแพร่ ปีที่พิมพ์

1. นำเสนอผลงานวิจัยปากเปล่า ในงานเกษตรแห่งชาติ ปี 2551 (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร) ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร เรื่อง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของแอนโทไซยานิน และสารประกอบ ฟีนอลิกจากพืชพื้นบ้านที่มีสี

2. งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว พ.ศ. 2554 และได้ ตีพิมพ์ลงในราชภัฏเพชรบูรณ์สาร ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ไม่มี