การเตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟและการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

จุลินต์ตา ดรอินทร์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีประยุกต์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

การเตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟและการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

จุลินต์ตา ดรอินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีประยุกต์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟและการตั้งตำรับ
ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

จุลินต์ตา ดรอินทร์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีประยุกต์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพรรณ ฉิมสุข)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร แสงศรีจันทร์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนรรฆอร ศรีไสยเพชร)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร แสงศรีจันทร์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การเตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟและการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง
ชื่อผู้เขียน นางสาวจุลินต์ตา ดรอินทร์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพรรณ ฉิมสุข

บทคัดย่อ

ลูกเดือยและกากกาแฟ ประกอบด้วยสารประกอบที่มีคุณประโยชน์จำนวนมาก ลูกเดือยมีงานวิจัยที่รายงานถึงฤทธิ์ด้านเภสัชวิทยาต่างๆ ของลูกเดือย เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดอาการภูมิแพ้ ฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง และกากกาแฟประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์จำนวนมาก เช่น กรดไขมัน กรดอะมิโน โพลีฟีนอล แร่ธาตุ และ โพลีแซคคาไรด์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟโดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยศึกษาอัตราส่วนในการสกัดที่ดีที่สุดจากอัตราส่วนสกัดของลูกเดือยและกากกาแฟต่อเอทานอลโดยมวลต่อปริมาตร สารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟที่ได้จะนำไปศึกษาร้อยละปริมาณผลผลิต และปริมาณฟีนอลทั้งหมด ผลการทดลองพบว่าการลูกเดือยสกัดด้วยเทคนิคไมโครเวฟ ให้ผลรวมฟีนอลิกสูงสุด (18.23±0.10 mg GAE/g extract) และยังให้ร้อยละปริมาณผลผลิตสูงสุดอีกด้วย และสารสกัดจากกากกาแฟสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลรวมฟีนอลิกสูงสุด (14.34±0.55 mg GAE/g extract) และให้ร้อยละปริมาณผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้สารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟที่สกัดได้จากสภาวะการสกัดที่ดีที่สุดจะนำมาเป็นส่วนผสมของครีมบำรุงผิวหน้าสูตรใหม่ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะเร่งที่สภาวะแตกต่างกัน รวมถึงศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเม็ดสีเมลานินก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องทดสอบผิวหนัง Dermalab Combo พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม สามารถกระจายตัวได้ดีมาก มีค่า pH ลักษณะของเนื้อสัมผัส สีและกลิ่น ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการทดสอบ และมีความคงตัวและไม่แยกเฟสหรือแยกชั้น และไม่มีการระคายเคืองต่อผิวหนัง ผลิตภัณฑ์นี้ยังสามารถช่วยลดปริมาณเม็ดสีเมลานินในบริเวณทดสอบ และช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวได้เป็นอย่างดี ในส่วนของการทดสอบความพึงพอใจหลังการใช้ผลิตภัณฑ์พบว่าระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก

คำสำคัญ : สารสกัดจากลูกเดือย, สารสกัดจากกากกาแฟ, ครีมลูกเดือยและกากกาแฟ

Title PREPARATION OF JOB'S TEAR AND SPENT COFFEE GROUND EXTRACT AND FORMULATION THE COSMETIC PRODUCT

Author Miss Julinta Don-in

Degree Master of Science in Applied Chemistry

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Thitiphan Chimsook

ABSTRACT

Job's tears (JT) and Spent coffee ground (SCG) composes of rich contents of beneficial compounds. JT has been reported various pharmacological activities for example anti-inflammatory, anti-allergic effects and anticancer activities. SCG is contains large amounts of organic compounds such as fatty acids, amino acids, polyphenols, minerals and polysaccharides. The aim of this work is to prepare Job's tears and Spent coffee ground extracts by solvent extraction techniques. The different ratios of Job's tears and Spent coffee ground to ethanol (w/v) in extraction conditions were optimized. Job's tears extract and Spent coffee ground extracts will be evaluated the percentage yield and total phenolic contents of each extract. The results of Job's tears extract revealed that the Microwave assisted extraction exhibited the highest total phenolic contents (18.23±0.10 mg GAE/g extract) from ethanolic extract. For Microwave assisted extraction, the highest percentage yield. For Spent coffee ground extracts. The results revealed that the Microwave assisted extraction exhibited the highest total phenolic contents (14.34±0.55 mg GAE/g extract) from ethanolic extract. For Microwave assisted extraction, the highest percentage yield. Moreover, Job's tears extract and Spent coffee ground extracts obtained from the optimized conditions will be used as the ingredients in the new formulation of facial cream. The cosmetic product were studies on their physical properties and also underwent an accelerated stability test under various condition. The whitening effects of each product were evaluated and compared with before the treatment by measuring the amout of melanin using Dermalab Combo. The

results showed that the product has a soft texture and very good dispersibility. The pH, texture, color and odor are not changed after testing and none of the skin irritation. products demonstrated that the melanin content in the skin decreased. The volunteer's satisfaction levels to be very high.

Keywords : Job's tears, Spent coffee ground, facial cream

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณอย่างสุดซึ้งต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ฐิติพรรณ ฉิมสุข ที่สละเวลาอันมีค่าคอยสอน แนะแนว สร้างสรรค์ วิจารณ์ สร้างแรงบันดาลใจ และให้กำลังใจอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการศึกษานี้ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินการศึกษาได้อย่างประสบความสำเร็จ และงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ จากใจจริง

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนรรฆอร ศรีไสยเพชร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร แสงศรีจันทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้กำลังใจ ในการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้จนดำเนินการศึกษาได้อย่างประสบความสำเร็จ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กรธัช อุ่นนันกาศ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สละเวลาอันมีค่ามาเป็นคณะกรรมการในการสอบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับคำแนะนำ ความเมตตา และการแก้ปัญหาในส่วนของงานวิจัยและวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาเคมีและสาขาวิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาทุกท่านที่ได้ให้การสั่งสอนรายวิชาต่างๆและให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรประจำสาขาทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอด

ขอขอบพระคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมการเกษตรสำหรับผู้ประกอบการระดับบัณฑิตศึกษา ห้องปฏิบัติการกลางสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาสำหรับห้องปฏิบัติการอุปกรณ์และคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบพระคุณร้านกาแฟพอดีคอฟฟี่ ที่ได้สนับสนุนกากกาแฟเพื่อใช้ในการทำการทดลองศึกษาวิจัยในการวิจัยในครั้งนี้

ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งอย่างยิ่งต่อครอบครัวอันเป็นที่รักของข้าพเจ้า ต้องขอบพระคุณอย่างสุดซึ้งสำหรับความรัก ความเข้าใจ กำลังใจ และคอยสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา

จุลินต์ตา ดรอินทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) 5

2.2 เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย 7

2.2.1 การแช่หมัก (Maceration) 8

2.2.2 เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction, MAE) 9

2.2.3 เทคนิคการสกัดด้วยการรีฟลักซ์ (Reflux extraction) 10

2.3 ลูกเดือย (Job’s tears) 10

2.4 กากกาแฟ (Spent coffee ground) 14

2.5 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) 21

2.5.1 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีโนลิก (Phenolic compound) 22

2.6 ผิวหนัง (Human skin) 31

2.6.1 หนังกำพร้า (Epidermis) 33
2.6.2 หนังแท้ (Dermis) 37
2.6.3 เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous tissue) 39
2.7 เมลานิน (Melanin) 40
2.8 การแกของผิว (Skin aging) 42
บทที่ 3 วิธีการทดลอง 44
3.1 สารเคมี 44
3.2 เครื่องมือ 45
3.3 การเตรียมตัวอย่าง 46
3.3.1 การเตรียมตัวอย่างลูกเดือย 46
3.3.2 การเตรียมตัวอย่างกากกาแฟ 46
3.4 การเตรียมสารสกัด 46
3.4.1 การสกัดด้วยการแช่หมัก (maceration) 46
3.4.2 การสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) 46
3.4.3 การสกัดด้วยการรีฟลักซ์ (reflux) 47
3.5 การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกรวม 47
3.5.1 เตรียมสต็อกที่ความเข้มข้น 100 ppm 47
3.5.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm เพื่อทำการวิเคราะห์ 47
3.5.3 เตรียมสต็อกสารสกัดฟีนอลิกที่ความเข้มข้น 1000 ppm 48
3.5.4 เตรียมสารสกัดฟีนอลิกเพื่อทำการวิเคราะห์ 48
3.6 สูตรผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 48
3.6.1 ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 48
3.7 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 50

3.8 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 50
3.9 การทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง 50
3.10 การทดสอบความขาวของผิว 50
3.11 การทดสอบความชุ่มชื้น 51
3.12 ประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ 52
บทที่ 4 ผลการทดลอง 53
4.1 การสกัดตัวอย่าง 53
4.1.1 การสกัดตัวอย่างลูกเดือย 53
4.1.2 การสกัดตัวอย่างกากกาแฟ 56
4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 59
4.3 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 59
4.4 ผลการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง 60
4.5 การทดสอบความขาวของผิว 61
4.6 การทดสอบความชุ่มชื้น 63
4.7 ประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ 63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 65
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก ก 73
ภาคผนวก ข 74
การนำเสนองานวิจัย 75
ประวัติผู้วิจัย 77

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ชนิดตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารสำคัญต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Pandey และคณะ)(นันทวัน บุณยะประภัศร, 2536) 6

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิกหลัก (Soto และคณะ, 2015) 30

ตาราง 3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 44

ตาราง 4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 45

ตาราง 5 สูตรครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 49

ตาราง 6 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดและฟีนอลิกรวมของสารสกัดลูกเดือยที่ได้จากวิธีการสกัดแบบแช่หมัก (maceration) 54

ตาราง 7 ผลเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดและฟีนอลิกรวมของสารสกัดลูกเดือยที่ได้จากวิธีการสกัดแบบรีฟลักซ์ (reflux) 54

ตาราง 8 การศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิต 55

ตาราง 9 การศึกษากำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม 55

ตาราง 10 การศึกษากำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม 55

ตาราง 11 การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม . 56

ตาราง 12 ผลการสกัดกากกาแฟโดยใช้การสกัดแบบการรีฟลักซ์ (reflux) 57

ตาราง 13 ผลการสกัดกากกาแฟโดยใช้การสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) 58

ตาราง 14 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ 59

ตาราง 15 การทดสอบความคงตัวของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟหลัง 3 เดือนและหลังการทดสอบ Heating/cooling 60

ตาราง 16 ผลการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในผลิตภัณฑ์ครีมต่าง ๆ 60

ตาราง 17 ปริมาณเมลานินและค่า L* หลังการใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ เป็นเวลาสี่สัปดาห์ 62

ตาราง 18 ผลการทดสอบความชุ่มชื้นผิวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งหมด 4 แบบ 63

ตาราง 19 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ 64

ตาราง 20 เทคนิคและสภาวะในการสกัดที่ดีที่สุดสำหรับการสกัดลูกเดือยและกากกาแฟที่ใช้แล้ว ... 65

สารบัญภาพ

หน้า

รูป 1 ลักษณะของลำต้น ใบ และผลของลูกเดือย (puechkaset) 13

รูป 2 ลักษณะของเมล็ดลูกเดือย 13

รูป 4 ลักษณะของต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า 15

รูป 5 ลักษณะของดอกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า (chaipatpark) 16

รูป 6 ลักษณะผลของกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า 16

รูป 7 ลักษณะของต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark) 18

รูป 8 ลักษณะของดอกของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark) 18

รูป 9 ลักษณะผลของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark) 19

รูป 10 ลักษณะความแตกต่างของเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า (Bower, 2014) 19

รูป 11 ลักษณะของกากกาแฟ 20

รูป 12 โครงสร้างของ Phenols 21

รูป 13 โครงสร้างของ Phenolic acids 21

รูป 14 โครงสร้างของ Flavonoids 22

รูป 15 แผนภาพการจำแนกสารประกอบฟีนอลิก (Soto และคณะ, 2015) 23

รูป 16 รูปแบบการแทนที่ของสารประกอบฟีนอลิก R, R1และ R2 เป็นหมู่แทนที่ทั่วไป (Vermerris และNicholson, 2008) 24

รูป 17 โครงสร้างของ hydroxybenzoic acids, hydroxycinnamic acids, Caffeic acid, Sinapic acids, p-coumaric และ ferulic acids 25

รูป 18 ผลของสารประกอบฟีนอลิกต่อการยับยั้งการทำลายความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Działo และคณะ, 2016) 31

รูป 19 โครงสร้างและองค์ประกอบของผิวหนัง (Ľihačova, 2015) 33

รูป 20 โครงสร้างและองค์ประกอบของผิวหนัง (Lawton, 2019) 34

รูป 21 การทดสอบของผลิตภัณฑ์ (A) เบสครีม (B) ครีมลูกเดือย (C) ครีมกากกาแฟ และ (D) ครีมลูกเดือยและกากกาแฟ..... 52

รูป 22 ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ..... 59

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ลูกเดือย มีชื่อสามัญ คือ Adlay, Adlay millet, Job's tears และชื่อวิทยาศาสตร์ Coix lacryma-jobi L. ลูกเดือยมีลักษณะลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรงมีข้อปล้อง แตกกอเหมือนหญ้าทั่วไป เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะของใบจะเป็นสีเขียวใบเรียวยาว ปลายใบแหลม ขอบใบจะคม ลักษณะในส่วนของดอกจะเป็นช่ออยู่ตรงส่วนยอด เป็นกระเปลาะและจะกลายเป็นผลในลำดับถัดไป ดอกจะมีทั้งดอกตัวเมียและดอกตัวผู้อยู่คนละดอกกัน แต่อยู่ในช่อเดียวกัน ผลของลูกเดือยจะเป็นผลปลอมข้างในจะมีเมล็ดและเมล็ดจะมีเปลือกหุ้มสีน้ำตาลที่บางและแข็งติดกับเมล็ด ลักษณะของเมล็ดจะมีร่องตรงกลาง ทรงกลมหรือทรงรี ซึ่งสามารถแบ่งชนิดได้ตามรูปร่างของเมล็ดเป็น 4 ชนิดได้แก่ typical, stenocarpa, monilifer และ ma-yuen ในประเทศไทยลูกเดือยจะปลูกชนิดของลูกเดือยในประเทศไทย เช่น ลูกเดือนหิน ลูกเดือนหินขบ เป็นต้น ลูกเดือยมีคุณค่าทางโภชนาการมากมายและมีประโยชน์หลายอย่างทั้งทางด้านการนำเอามาปรุงเป็นอาหาร การนำมาทำเครื่องประดับ และมีคุณค่าทางอาหารสูง ช่วยบำรุงกระดูก ช่วยบำรุงสายตา ช่วยแก้อาการเหน็บชา และในด้านความงามลูกเดือยช่วยบำรุงผิวพรรณ ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสดใส ป้องกันผิวหยาบแห้ง ลดการเกิดกระหรือฝ้า ช่วยบำรุงเส้นผมให้ดกดำ และยังมีประโยชน์อีกมากมายทั้งผล ต้น ใบ และส่วนของราก (WEN-CHUN HUNG, 2003) (Yu และคณะ, 2008)

กาแฟ เป็นเครื่องดื่มที่ผู้คนทั่วโลกนิยมดื่ม เช่นเดียวกับ ชาและน้ำ นิยมดื่มทั้งแบบร้อนๆ แบบเย็น ซึ่งกาแฟทำจากเมล็ดกาแฟคั่วได้จากต้นกาแฟ บางครั้งนิยมใส่นมหรือครีมลงในกาแฟด้วย ในกาแฟหนึ่งถ้วยมีคาเฟอีนอยู่ประมาณ 80-140 มิลลิกรัม กาแฟมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์เอ็กซ์เซลซ่า (excelsa) สายพันธุ์ลิเบอริก้า (liberica) สายพันธุ์อาราบิก้า (arabica) และสายพันธุ์โรบัสต้า (robusta) เป็นต้น แต่สายพันธุ์ที่ผู้คนนิยมทานกันมากได้แก่ สายพันธุ์อาราบิก้า และสายพันธุ์โรบัสต้า มีการปลูกต้นกาแฟกันหลากหลายประเทศทั่วโลก กาแฟมีส่วนประกอบของคาเฟอีน ทำให้มีสรรพคุณชูกำลังในมนุษย์ โดยในแต่ละส่วนจะมีคาเฟอีนที่แตกต่างกันไป ปัจจุบันกาแฟเป็นเครื่องดื่มซึ่งได้รับความนิยมมากที่สุดและยังเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีการส่งออกมากเป็นอันดับที่หกของโลก โดยประเทศที่มีการปลูกหรือผลิตกาแฟมากที่สุดได้แก่ ประเทศบราซิล

มีพื้นที่ที่ใช้เป็นพื้นที่ปลูกกาแฟถึงประมาณ 23,000 ตารางกิโลเมตร ทำให้บราซิลเป็นประเทศที่มีการส่งออกกาแฟมากที่สุดในโลก ซึ่งสายพันธุ์ที่นิยมปลูกมากในบราซิล ได้แก่ อาราบิก้า และโรบัสต้า โดยกาแฟบราซิเลียน ซานโตส (Brazilian Santos) เป็นกาแฟของบราซิลที่เป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง รองลงมา คือ ประเทศโคลัมเบีย นอกจากประเทศบราซิลแล้ว ประเทศโคลอมเบียซึ่งเป็นประเทศหนึ่งในทวีปอเมริกาใต้ที่ส่งออกกาแฟติดอันดับโลกเช่นกัน โดยในปี 2014 ประเทศโคลอมเบียส่งออกกาแฟซึ่งมีมูลค่ามากถึง 2.5 พันล้านเหรียญ เนื่องด้วยประเทศโคลอมเบียมีลักษณะทางภูมิประเทศและมีภูมิอากาศของบริเวณแหล่งปลูกที่เหมาะสม เป็นผลทำให้กาแฟที่นี่มีชื่อเสียงอย่างมาก ได้แก่ เมดิลลิน (medillin) โบโกต้า (bogota) และกาแฟซูพรีโม (supremo) กาแฟเหล่านี้ถือว่าเป็นกาแฟที่มีชื่อเสียงมากที่สุด ส่วนในประเทศไทยมีการปลูกหรือผลิตกาแฟทั้งหมด 2 สายพันธุ์ ได้แก่ กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (robusta) ซึ่งเพาะปลูกมากในภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดชุมพร จังหวัดระนอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดกระบี่ และจังหวัดนครศรีธรรมราช คิดเป็นปริมาณประมาณปีละ 80,000 ตัน และกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า (arabica) เพาะปลูกมากในภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดตาก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลและมีอากาศเย็น คิดเป็นปริมาณปีละประมาณ 500 ตัน

กากกาแฟ (spent coffee ground) เป็นผงกาแฟที่ถูกบดและผ่านการชงเป็นกาแฟแล้ว โดยทั่วไปได้จากเมล็ดกาแฟสดที่ผ่านการคั่ว ดังเป็นที่ทราบกันดีว่าเครื่องดื่มกาแฟสดที่นิยมดื่มกันมากในปัจจุบันนั้นได้จากการนำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วมาแล้วและนำมาบดและชงจึงจะได้กาแฟที่หอม มีทั้งชนิดมีและไม่มีคาเฟอีนเป็นองค์ประกอบ ในส่วนกากกาแฟที่ชงแล้วก็จะถูกทิ้งไปหลังจากการสกัดและชงเรียบร้อยแล้ว แต่ความจริงแล้วในกากกาแฟยังมีสารที่สำคัญอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารต้านอนุมูลอิสระ โปรตีน ไขมันจากพืช และสารออกฤทธิ์หลากหลายชนิดที่เป็นทั้งสารปฐมภูมิและทุติยภูมิ ปัจจุบันกากกาแฟเริ่มมีมูลค่ามากขึ้นเมื่อเริ่มทราบองค์ประกอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ยังคงหลงเหลืออยู่จึงมีการนำกากกาแฟสดเหล่านี้มาแปรรูปในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนำมาขัดหรือพอกตามร่างกายในร้านสปาและร้านเสริมสวย การนำมาผสมในสครับสำหรับขัดผิวหน้า ทั้งนี้ด้วยการโฆษณาว่าส่วนของกากกาแฟนั้นสามารถช่วยดูดซับสารพิษ ทำให้ผิวสดใสยิ่งขึ้น (Bravo และคณะ, 2012)

ปัจจุบันการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในการดูแลสุขภาพ และใช้เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ กำลังเป็นที่ต้องการเลือกหาใช้มากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากสารเคมีกำลังเป็นที่นิยม และถ้าสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือวัตถุดิบไม่ว่าจะพืช หรือสมุนไพรชนิดนั้นได้รับการตรวจสอบตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน USDA ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา จะยิ่งเพิ่มความมั่นใจได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ออร์แกนิค หรือวัตถุดิบออร์แกนิค นอกจากนี้พบว่าแนวโน้มการใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติออร์แกนิคหรือที่มีองค์ประกอบจากสารที่ได้จากธรรมชาติพบว่าได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องด้วยปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น ทำให้ทิศทางการบริโภคและอุปโภคเลือกสรรและเน้นไปในส่วนของผลิตภัณฑ์ ที่เป็นธรรมชาติ มีความเป็นพิษน้อย มีสารเคมีน้อยหรือปราศจากการใช้สารเคมีใด ๆ ทั้งด้านการบริโภคและอุปโภค การพัฒนางานด้านสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ การคัดสรรวัตถุดิบคุณภาพที่ได้มาตรฐานรวมถึงการเลือกใช้วิธีการสกัดสารจากธรรมชาติจึงเป็นงานวิจัยที่มีความน่าสนใจ นอกจากจะได้มาซึ่งสารสกัดจากธรรมชาติที่มีคุณภาพปลอดภัยสูง ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติแล้ว ยังเป็นการสร้างกิจกรรมการเกษตรและการแปรรูปแบบครบวงจร ตั้งแต่ต้นน้ำกลางน้ำถึงปลายน้ำ และทำให้ฐานรากด้านเกษตร และอุตสาหกรรมของไทยเข้มแข็งมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟและศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

1.2.2 ตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟเป็นองค์ประกอบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้เทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟ และทราบถึงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

1.3.2 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต้นแบบที่มีสารสกัดลูกเดือยและสารสกัดกากกาแฟเป็นองค์ประกอบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นการแยกสารโดยอาศัยคุณสมบัติหรือหลักการละลายระหว่างตัวทำละลายกับสารสำคัญในตัวอย่างสมุนไพรหรือพืชตัวอย่างที่เราสนใจในการสกัด และจะอาศัยหลักการของการละลายความมีขั้ว (polarity) ของตัวทำละลายและสารสำคัญในตัวอย่าง ซึ่งสารสำคัญจะสามารถละลายในตัวทำละลายได้ก็ต่อเมื่อความเป็นขั้วของตัวสาระสำคัญกับตัวทำละลายมีค่าใกล้เคียงกัน (like dissolves like) คือตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วเป็นแรงไดโพล-ไดโพล (dipole-dipole) ในทางตรงข้ามตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วเพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้วเป็นแรงแวนเดอวาลส์ (van der waals force) เหมือนกัน ประเภทของการสกัดด้วยตัวทำละลายมีหลายวิธี เช่น วิธีการหมัก (maceration), การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (microwave extraction), วิการรีฟลักซ์ (reflux extraction), วิธีการหมักแบบต่อเนื่อง (percolation) การสกัดแบบใช้คลื่นเสียง (ultrasonic extraction) เป็นต้น (รัตนา อินทรานุปกรณ, 2547) และการสกัดด้วยตัวทำละลาย ต้องคำนึงถึงตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารที่ต้องการในปริมาณมาก

ตัวทำละลาย คือ สารที่อยู่ในสถานะของเหลวซึ่งจะทำหน้าที่ละลายตัวถูกละลาย ส่วนใหญ่ปริมาณของตัวทำละลายจะมากกว่าหรือเท่ากับปริมาณของตัวถูกละลาย โดยสิ่งที่สำคัญคือ ตัวทำละลายจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับตัวถูกละลายเนื่องจากถ้าตัวทำละลายทำปฏิกิริยากับตัวถูกละลายอาจทำให้ตัวถูกละลายเปลี่ยนเป็นสารประกอบชนิดอื่น ๆ การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นการสกัดที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันอย่างมากในการสกัดมีหลายชนิดทั้งที่มีความเป็นพิษสูง พิษต่ำ หรือไม่เป็นพิษ ได้แก่ น้ำ แอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล เมทานอล บิวทานอล เป็นต้น อะซีโตน เอทิลอะซีเตท อีเทอร์ เฮกเซน โทลูอีน เป็นต้น

นอกจากนี้ตัวทำละลายที่เลือกใช้ในการสกัดควรจะสามารถแยกตัวทำละลายออกจากตัวถูกละลายหรือสารสกัดได้ง่าย ตัวอย่างเช่น ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชควรเลือกใช้ตัวทำละลายที่เป็นพิษต่ำหรือไม่เป็นพิษ มีจุดเดือดต่ำ ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับสารที่นำมาสกัดแต่ควรละลายสารที่นำมาสกัดได้ดี ดังที่กล่าวว่าตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดมีหลายชนิด

สารแต่ละชนิดจะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และจะละลายออกมาได้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันดังนั้นการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม จะทำให้สามารถแยกสารที่ต้องการออกมาได้ดีที่สุด ตัวอย่างในการเลือกตัวทำละลายที่ใช้ในสกัดสารสำคัญในพืชหรือสมุนไพรต่าง ๆ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ชนิดตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารสำคัญต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Pandey และคณะ)(นันทวัน บุณยะประภัศร, 2536)

ตัวทำละลาย	สารสำคัญ
ตัวทำละลายมีขั้ว (Polar solvent)	
Water	Anthocyanins Starches Tannins Saponins Terpenoids Polypeptides Lectins
ตัวทำละลายกึ่งมีขั้ว (Semipolar solvent)	
Acetone	Phenol, Flavonols
Ethanol	Tannins, Polyphenols, Polyacetylenes, Flavonols, Terpenoids, Sterols, Alkaloids
Methanol	Anthocyanins, Terpenoids, Saponins, Tannins, Xanthoxyllines, Totarol, Quassinoids, Lactones, Flavones, Phenones, Polyphenols
ตัวทำละลายไม่มีขั้ว (Non-Polar solvent)	
Chloroform	Terpenoids, Flavonoids
Ether	Alkaloids, Terpenoids, Coumarins, Fatty acids

ตัวทำละลายที่นิยมที่ใช้บ่อย ได้แก่

1. คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เป็นตัวทำละลายที่ดี แต่มี Selectivity น้อย และเกิด Emulsion ง่ายถ้าใช้สารสกัด ที่เป็นด่างแก่อาจจะสลายตัวให้กรดเกลือ

2. อีเธอร์ (Ether) มีความสามารถในการละลายได้น้อยกว่า คลอโรฟอร์ม (Chloroform) แต่มี selectivity ดีกว่าคลอโรฟอร์ม (Chloroform) และอีเธอร์ (Ether) มีข้อเสีย คือจะระเหยง่าย ระเบิดง่าย เกิด oxide ได้ง่ายและดูดน้ำได้ดีมาก

3. เฮกเซน (Hexane) เหมาะสำหรับสารประเภทที่ไม่มีขั้ว มักใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับขจัดไขมันพืชหรือสมุนไพร ข้อดีของเฮกเซน (Hexane) คือราคาถูก

4. แอลกอฮอล์ (Alcohol) ที่ใช้มากคือ เมทานอล (Methanol) และเอทานอล (Ethanol) เป็น all-purpose solvent เนื่องจากมีคุณสมบัติในการละลายได้กว้างทั้งสารที่มีขั้วและไม่มีขั้วและยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชได้ (นันทวัน บุณยะประภัศร, 2536)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม ได้แก่ การสกัดน้ำมันพืชออกจากเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ปาล์ม ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดบัว ข้าวโพด งา และรำข้าว โดยในการสกัดน้ำมันพืชจะนิยมใช้เฮกเซน (Hexane) เป็นตัวทำละลาย การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช และการสกัดตัวยาออกจากสมุนไพร ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำ และแอลกอฮอล์ (Alcohol) คือ เอทานอล (Ethanol) ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่เป็นพิษต่ำ หรือไม่เป็นพิษ ซึ่งจะนำมาใช้เตรียมสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟ

2.2 เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย

หลักการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรจากที่กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อ 2.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย ต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ดังนั้นต้องศึกษาชนิดของสาระสำคัญที่อยู่ในสมุนไพร เนื่องจากพืชสมุนไพรนั้นมีความหลากหลาย และในพืชสมุนไพรต่าง ๆก็มีสารสำคัญหรือสารประกอบมากมายหลายชนิด ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น สารบางชนิดเป็นสารมีขั้วสามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ กรดอินทรีย์, คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น หรือ สารบางชนิดเป็นสารกึ่งมีขั้วที่สามารถละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ เช่น แทนนิน (Tannins), ซาโปนิน (Saponins) และสารบางชนิดที่เป็นสารไม่มีขั้วไม่สามารถละลายน้ำได้แต่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายสารอินทรีย์ เช่น ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids), เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) เป็นต้น (แสดงดังตาราง 1) ดังนั้นในการสกัดสารด้วยตัวทำละลายเราจะต้องศึกษาให้ทราบว่าสารที่สนใจนั้นมีคุณสมบัติอย่างไรเพื่อที่จะได้เลือกวิธีและตัวทำละลายให้เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดต่อไป

ในหลักการสกัดสารสำคัญต่าง ๆ จากพืชหรือสมุนไพรต้องศึกษาคุณสมบัติของสารต่าง ๆ ในการทนความร้อน เนื่องจากสารต่าง ๆ ในพืชหรือสมุนไพรบางชนิดไม่ทนความร้อน หากเลือกวิธีการสกัดสารที่ต้องใช้ความร้อนอาจจะทำให้สารสำคัญต่าง ๆนั้นเสื่อมสภาพลงได้จึงทำให้ไม่ได้สารสำคัญที่ต้องการสกัดออกมาจากพืชหรือสมุนไพรตัวอย่าง ดังนั้นหลักการในการสกัดต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการทนความร้อนของสารสำคัญต่าง ๆในพืชหรือสมุนไพรตัวอย่างด้วย

ในเทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายมีหลายเทคนิค เช่น วิธีการหมัก (Maceration) วิธีการหมักแบบต่อเนื่อง (Percolation) การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave extraction) วิการรีฟลักซ์ (Reflux extraction) การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ความร้อน (Soxhlet extraction)

การสกัดน้ำมันหอมระเหย (Extraction of volatile oil), การสกัดแบบใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic extraction) เป็นต้น

การพิจารณาเพื่อเลือกว่าจะใช้เทคนิควิธีใดในการสกัดสารนั้นพิจารณาจากคุณค่าของสารสกัดเลือกวิธีที่เหมาะสมกับสารสำคัญในพืชหรือสมุนไพรตัวอย่างที่ต้องการสกัด เพราะแต่ละเทคนิคหรือวิธีการสกัดสารนั้นจะมีข้อดีข้อเสียรวมถึงเทคนิคและวิธีการที่แตกต่างกันไป จึงจำเป็นต้องศึกษาการสกัดของแต่ละเทคนิคแต่วิธีและเลือกให้เหมาะสมกับสิ่งที่เราต้องการ และพิจารณาความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ รวมไปถึงพิจารณาค่าใช้จ่ายในการสกัดด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิคหรือวิธีการสกัดสารสำคัญในลูกเดือยและกากกาแฟทั้งหมด 3 เทคนิคด้วยกัน ได้แก่ การแช่หมัก (Maceration) การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction, MAE) และการสกัดด้วยการรีฟลักซ์ (Reflux extraction)

2.2.1 การแช่หมัก (Maceration)

การแช่หมักเป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากตัวอย่างเช่น พืชสมุนไพร โดยการนำพืชหรือสิ่งที่ต้องการสกัดนำมาแช่หมักด้วยตัวทำละลาย เช่น น้ำ เอทานอล เอทิลอะซิเตท อะซิโตน เป็นต้น ในการแช่หมักจะทำในภาชนะปิดสนิท เช่น ขวดแก้วปากกว้าง โถแก้ว ขวดรูปชมพู่ เป็นต้น ควรใช้ภาชนะแก้วมากกว่าพลาสติกป้องกันการถูกกัดกร่อนของภาชนะที่เป็นพลาสติกจากตัวทำละลาย โดยจะทำการวางแผนการสกัดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน เช่น 1, 3, 5, 7 วัน และเมื่อครบระยะเวลาการแช่หมักตามแผนการวิจัยแล้วจะนำมาผ่านกระบวนการแยกส่วนสกัดที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายออกจากพืชหรือสิ่งที่นำมาสกัด โดยวิธีการกรองแยกพืชหรือสิ่งที่ถูกสกัดออกจากตัวทำละลายที่มีสารสกัดละลายอยู่ หลังจากนั้นระเหยตัวทำละลายออกเพื่อให้ได้ส่วนสกัดและจะเรียกส่วนสกัดที่ได้ว่า สารสกัดหยาบ (crude extract) จากนั้นจึงนำสารสกัดหยาบไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น นำไปแยกองค์ประกอบที่อยู่ในสารสกัดหยาบและทำให้บริสุทธิ์ หรือจะนำสารสกัดหยาบไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ทั้งนี้เทคนิคการแช่หมักเหมาะสำหรับสกัดพืชหรือสิ่งที่ต้องการสกัดที่มีคุณสมบัติไม่ทนต่อความร้อน เพราะถ้าสารสกัดบางชนิดเมื่อสัมผัสความร้อนอาจทำให้เกิดการสลายตัวของสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดที่เราต้องการ ข้อเสียของเทคนิคการแช่หมักก็คือระยะเวลาในการสกัดซึ่งจะใช้เวลานาน และมีขั้นตอนการเขย่าหรือคนส่วนสกัดเพื่อเพิ่มการสัมผัสของพืชกับตัวทำละลายให้ได้มากที่สุด ใช้ตัวทำละลายในการสกัดในปริมาณสูงกว่าเทคนิคอื่น ๆ จึงเพิ่มระยะเวลาการกรองแยกตัวทำละลายและการระเหยตัวทำละลาย แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคการสกัด

ด้วยการแช่หมักยังเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดสารจากพืช เนื่องจากพืชหรือสิ่งที่ต้องการสกัดไม่สัมผัสความร้อนจึงลดโอกาสการเปลี่ยนแปลงหรือสลายตัวของสารสกัดที่ต้องการ

2.2.2 เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction, MAE)

เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟ ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีช่วงความยาวคลื่นที่ในช่วง 0.001 ถึง 1 เมตร อยู่ระหว่างคลื่นวิทยุ (radio wave) กับคลื่นอินฟาเรด (infrared) ที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 300 ถึง 30,000 MHz ส่วนประกอบหลักที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นไมโครเวฟ คือ แม็กนิตรอน (magnetron) ซึ่งกระบวนการการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นความร้อน คลื่นไมโครเวฟจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่มีขั้ว นั่นคือเกิดการถ่ายเทพลังงานจาก 2 กลไก คือ dipole rotation กับ ionic conduction ผ่านการเปลี่ยนแปลง dipole และแทนที่ไอออนที่มีประจุในสารและตัวทำละลาย โดยทั้งสองกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นพร้อม ๆกัน เมื่อโมเลกุลที่มีขั้วต้องจัดเรียงตัวใหม่ในสนามเหล็กไฟฟ้า เกิดการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้โมเลกุลที่มีขั้วเสียดสีกันหรือชนกันจึงทำให้เกิดความร้อนขึ้น สำหรับโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจะให้ความร้อนได้น้อยionic conduction คือ การเคลื่อนย้ายไอออนจากการเปลี่ยนสนามไฟฟ้า ส่วน dipole rotation คือ การปรับเปลี่ยน dipole ของโมเลกุลร่วมกับการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้า คุณสมบัติหลักในการเกิดความร้อนของคลื่นไมโครเวฟ คือการถ่ายเทความร้อน โดยในการสกัดสารด้วยคลื่นไมโครเวฟพลังงานไมโครเวฟจะถูกส่งโดยตรงไปยังสมุนไพรหรือตัวอย่างที่เราสกัดผ่านอันตรกิริยาระดับโมเลกุล ด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านการเปลี่ยนแปลงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน ต่างจากวิธีการสกัดแบบดั้งเดิมที่พลังงานจะถ่ายเทไปยังสมุนไพรหรือตัวอย่างที่นำมาสกัดโดยการพาความร้อน การนำความร้อนและการแผ่รังสี ผ่านพื้นผิวภายนอกของสมุนไพรหรือตัวอย่างที่นำมาสกัดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ปัจจัยหลักๆหรือปัจจัยแรกๆที่ต้องคำนึงถึงในการสกัดสารด้วยคลื่นไมโครเวฟนั่นก็คือ การเลือกตัวทำละลาย การเลือกตัวทำละลายควรเลือกตัวทำละลายที่มีความสามารถในการสกัดสารได้สูง โดยสารที่มีขั้วและสารละลายไอออนิก สามารถดูดซึมพลังงานไมโครเวฟได้มาก ในทางกลับกันหากใช้ตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วในการสกัด เช่น เฮกเซน สัมผัสกับคลื่นไมโครเวฟจะไม่เกิดความร้อนขึ้น เพราะไม่สามารถดูดซึมพลังงานไมโครเวฟได้ การใช้คลื่นไมโครเวฟในการสกัดเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการสกัดซึ่งใช้เวลาในการสกัดน้อยมาก และลดปริมาณการใช้ตัวทำละลายได้อีกด้วย (Priscilla C. Veggi ; Tatke และJaiswal, 2011)

2.2.3 เทคนิคการสกัดด้วยการรีฟลักซ์ (Reflux extraction)

เทคนิคการสกัดด้วยการรีฟลักซ์ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญจากพืช สมุนไพรหรือตัวอย่างที่ต้องการสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ เอทิลอะซิเตท น้ำ เป็นต้น เทคนิครีฟลักซ์เป็นเทคนิคที่ใช้ความร้อนอย่างต่อเนื่องในระหว่างการสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งพืช สมุนไพรหรือตัวอย่างที่จะสกัดจะสัมผัสกับตัวทำละลายโดยตรงและบรรจุอยู่ในขวดก้นกลมและมีการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ได้วางแผนการทดลอง เช่น ให้ความร้อนเป็นเวลา 1, 2, 3, 4 ชั่วโมง เมื่อตัวทำละลายได้รับความร้อนจนเดือด ไอของตัวทำละลายจะระเหยขึ้นด้านบนไปยังบริเวณเครื่องควบแน่น (condenser) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำหล่อเลี้ยงทำให้มีอุณหภูมิต่ำลง ตัวทำละลายจึงควบแน่นจากไอเป็นของเหลวและไหลกลับลงมายังขวดก้นกลมที่มีตัวทำละลายและพืชสกัดอยู่ การสกัดรูปแบบนี้จะเกิดอย่างต่อเนื่อง เมื่อระยะเวลาผ่านไปจะพบว่าสีของตัวทำละลายในขวดก้นกลมจะมีสีที่เข้มมากขึ้น แสดงถึงตัวทำละลายสามารถสกัดสารจากพืชได้ หลังจากนั้นจึงนำตัวทำละลายและพืชที่ต้องการสกัดกรองแยกจากกัน ระเหยตัวทำละลายออกเพื่อให้ได้สารสกัดที่เข้มข้นมากขึ้น

2.3 ลูกเดือย (Job's tears)

ลักษณะทางพันธุศาสตร์ของลูกเดือยจะเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แตกกอเหมือนหญ้า มีลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อนตั้งตรงมีข้อปล้องมีสีเขียว มีความสูงประมาณ 1-3.5 เมตร ใบเป็นสีเขียวมีลักษณะเรียวยาวตรงส่วนปลายของใบแหลมและมีขอบใบคม ดอกจะมีลักษณะเป็นช่ออยู่ตรงส่วนยอด เป็นกระเปลาะและจะกลายเป็นผลในลำดับถัดไป ช่อดอกจะยาวประมาณ 3-8 เซนติเมตร ในหนึ่งช่อจะมีดอกประมาณ10-20 ดอกหรือมากกว่า ดอกจะแยกเพศไม่แยกต้นมีทั้งดอกตัวเมียและดอกตัวผู้อยู่คนละดอกกันแต่อยู่ในช่อเดียวกันแต่ดอกตัวผู้และตัวเมียมักจะบานไม่พร้อมกันจึงทำให้มีการผสมเกสรข้ามต้นกัน ในส่วนของผลของลูกเดือยจะเป็นผลปลอมข้างในจะมีเมล็ดและเมล็ดจะมีเปลือกหุ้มสีน้ำตาลที่บางและแข็งติดกับเมล็ด ลักษณะของเมล็ดจะมีร่องตรงกลาง ทรงกลมหรือทรงรี แตกต่างกันซึ่งสามารถแบ่งชนิดได้ตามรูปร่างของเมล็ดได้เป็น 4 ชนิดได้แก่

- Lacryma-jobi ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะเปลือกแข็งไม่เป็นริ้ว มีลักษณะของผลเป็นรูปไข่ เมล็ดมีความเงามันมีสีเหลืองอมขาว มีรอยบุ๋มในส่วนด้านล่างจะมีสีเป็นสีน้ำตาล จะใช้ทำเป็นทั้งอาหารและเครื่องประดับ

- Stenocarpa ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะเปลือกแข็งไม่เป็นริ้ว มีลักษณะของผลเป็นรูปหลอดหรือรูปขวด ในส่วนของเมล็ดมีจะเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีน้ำตาลแดง น้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลอ่อน เมล็ดจะมีร่องตรงกลาง นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ และในส่วนของเมล็ดนิยมใช้ทำเป็นเครื่องประดับต่าง ๆ และใช้ประดับตกแต่งตามเสื้อผ้าของชาวปะกาเกอะญอ

- Monilifer ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะเปลือกแข็งไม่เป็นริ้ว มีลักษณะของผลเป็นรูปกลมและมีด้านแบน 1 ด้าน มักจะพบเฉพาะในประเทศพม่าและในทางตะวันออกของประเทศอินเดีย ส่วนใหญ่มักจะใช้ทำเป็นเครื่องประดับ

- Ma-yuen ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะเปลือกนุ่มเป็นริ้ว มีลักษณะของผลเป็นรูปไข่หรือรูปลูกแพร์ ลูกเดือยพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่นิยมใช้เป็นอาหาร และเป็นพันธ์ที่มีพันธุ์ย่อยอีกมากมาย อย่างเช่น ในประเทศไทยมีทั้งพันธุ์ที่มีความเหนียวและไม่เหนียว และในประเทศบราซิลก็มีพันธุ์ที่เป็นพันธุ์ต้นเตี้ยที่ให้ผลผลิตสูง เป็นต้น

ลูกเดือยพบในตามธรรมชาติในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศจีนลูกเดือยจัดเป็นพืชอาหารที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายก่อนที่จะมีการปลูกข้าวและข้าวโพดกันในเวลาต่อมา ในเมล็ดเดือยมีไขมันและโปรตีนสูงกว่าข้าวและข้าวสาลี มีสาร coixol มีฤทธิ์เป็นยาบรรเทาปวด ในตำรายาจีนใช้เป็นยาต้านภูมิแพ้ ใช้รักษาสิวและฝีหนอง (ภาสกิจ วัณนาวิบูล, 2555) เมล็ดลูกเดือยสามารถนำมาหุงได้เหมือนข้าว และสามารถใช้รับประทานแทนข้าวได้ สามารถใช้ทำขนมได้ เช่น ใช้ทำขนมเค้ก แป้งจากลูกเดือยเมื่อนำไปอบจะไม่ฟูเนื่องจากในแป้งลูกเดือยจะไม่มีกลูเต็น เมล็ดลูกเดือยแบบดิบจะมีรสหวาน ในประเทศญี่ปุ่นจึงนำเมล็ดเดือยไปคั่วแล้วชงเป็นชา ในประเทศฟิลิปปินส์และชาวเขาในประเทศอินเดียจะนำเมล็ดไปตำละเอียดแล้วนำมาหมักเป็นเบียร์ ในส่วนของลำต้นสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ หรือนำมามุงหลังคา เมล็ดที่มีเปลือกแข็งนำมาร้อยเป็นลูกประคำ หรือใช้ในงานฝีมือต่าง ๆ

สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีการนำลูกเดือยมาปลูกครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2503 ที่จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา ต่อมาในช่วงปี พ.ศ. 2513 ได้มีการปลูกลูกเดือยแพร่หลายไปยัง จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดเลย ไปจนถึงทางภาคเหนือในปี พ.ศ. 2523 ในประเทศไทยลูกเดือยจัดเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยมีแหล่งเพาะปลูกลูกเดือยที่สำคัญอยู่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ปลูกลูกเดือยที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย คือ จังหวัดเลย ในประเทศไทยมีชนิดของลูกเดือยที่นิยมปลูกกันมาก ได้แก่

ลูกเดือยหิน ลูกเดือยชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบมากในพื้นที่ภาคเหนือ โดยเฉพาะพื้นที่ภูเขาสูง ลักษณะลำต้นของลูกเดือยชนิดนี้จะไม่สูงมาก ลูกเดือยชนิดนี้จะมีเนื้อเมล็ดและเปลือกแข็งมาก และเป็นชนิดที่มีแป้งน้อยจึงไม่นำมารับประทาน แต่จะใช้เพื่อนำมาทำเครื่องประดับ เนื่องจากมีหลายสี และส่วนของเปลือกจะมีความมันวาว

ลูกเดือยหินขบ ลูกเดือยชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบมากในพื้นที่ภาคเหนือ ลำต้นมีความสูงประมาณ 2 เมตร เมล็ดลูกเดือยมีรูปร่างกลม ขนาดเมล็ดมีขนาดประมาณ 10-12 มิลลิเมตร ในส่วนของเปลือกและเนื้อเมล็ดจะมีความแข็งปานกลาง สีของเมล็ดจะเป็นสีน้ำตาลอมเทา ลูกเดือยชนิดนี้รับประทานได้ แต่จะนิยมรับประทานกันเฉพาะในท้องถิ่น

ลูกเดือยทางการค้า ลูกเดือยชนิดนี้เป็นชนิดที่นิยมปลูกและรับประทานกันในปัจจุบัน ลักษณะของเมล็ดจะคล้ายกับข้าวสาลี มีขนาดประมาณ 8-12 มิลลิเมตร มีเปลือกที่บาง และมีสีขาวขุ่นหรืออมสีน้ำตาล จะสามารแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

– ลูกเดือยข้าวเหนียว (glutinous type) ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะลำต้นลำต้นเตี้ยกว่าลูกเดือยข้าวเจ้า สีของลำต้นจะมีสีเขียวอมเหลือง ในส่วนของเมล็ดจะมีขนาดเมล็ดใหญ่กว่าลูกเดือยข้าวเจ้า เปลือกของเมล็ดก็บางและปริแตกออกง่ายกว่าเมล็ดลูกเดือยข้าวเจ้า เมล็ดของลูกเดือยข้าวเหนียวนี้จะมีลักษณะรูปร่างกลม ค่อนข้างที่จะป้อมและสั้น เมล็ดมีสีเทาอ่อน มักแตกหักง่ายขณะสีเปลือก เมื่อนำต้มจะได้แป้งสุกที่เหนียวและลื่นๆเป็นเมือก จะคล้ายๆกับแป้งข้าวเหนียว เมล็ดลูกเดือยข้าวเหนียวเป็นชนิดที่นิยมรับประทานมากที่สุด

– ลูกเดือยข้าวเจ้า (nonglutinous type) ลูกเดือยชนิดนี้จะมีลักษณะลำต้นที่มีขนาดใหญ่กว่าลูกเดือยข้าวเหนียว และจะมีขนาดผลที่เล็ก เปลือกเมล็ดจะมีสีน้ำตาลเข้ม ทั้งเปลือกและเนื้อเมล็ดจะค่อนข้างแข็ง เมื่อนำมาต้มจนสุกจะได้แป้งลูกเดือยที่ไม่เหนียว ไม่เป็นเมือกเหมือนกับลูกเดือยชนิดลูกเดือยข้าวเหนียว เมล็ดลูกเดือยข้าวจ้าวเมื่อนำไปสีเปลือกจะไม่แตกหักง่าย (สลิลรัตน์ พงส์เผ่าทอง, 2549)

รูป 1 ลักษณะของลำต้น ใบ และผลของลูกเดือย (puechkaset)

รูป 2 ลักษณะของเมล็ดลูกเดือย

ลูกเดือยมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีองค์ประกอบของโปรตีน กรดไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ในการศึกษาพบองค์ประกอบในลูกเดือยประกอบด้วยวิตามินอี (tocopherol) ไฟโทสเตอรอล (phytosterols) และสคอร์ลีน (squalene) และยังพบกรดไขมันสำคัญหลายชนิด เช่น กรดโอเลอิก (oleic acid), กรดปาล์มิติก (palmitic acid) และกรดไลโนเลอิก (linoleic acid) เป็นต้น (Manosroi และคณะ, 2014) (Park และคณะ, 2004) (Wu และคณะ, 2007) และยังมีองค์ประกอบสำคัญอีกมากมายในลูกเดือย ทำให้ลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีคุณค่ามีคุณประโยชน์มากมายรอบด้านและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ลูกเดือยเป็นพืชที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีนและมีการนำมาใช้ในตำรับยา

สมุนไพร ในทางการแพทย์แผนจีน ลูกเดือยถูกนำมาใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อบำรุงและเสริมสุขภาพและใช้เพื่อการรักษาโรคต่าง ๆ มานานนับพันปี (Yu และคณะ, 2008) ประกอบกับรายงานวิจัยพบว่าลูกเดือยมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในหลากหลายด้าน โดยระบุว่า สารประกอบฟลาโวนอยที่พบในลูกเดือยมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งโดยการยับยั้งสาร coixenolide มีฤทธิ์ต้านการเกิดเนื้องอก มีฤทธิ์ต้านการแพ้ เป็นต้น (Otsuka และคณะ, 1988) (Chen และคณะ, 2010) (Seo และคณะ, 2000) (Kuo และคณะ, 2001) นอกจากนี้พบว่าจากการวิจัยที่ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของลูกเดือย พบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 91.35 (Chhabra และGupta, 2015) สำหรับฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจประเด็นหนึ่งคือ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ทำให้สารสกัดจากลูกเดือยมีส่วนช่วยลดเม็ดสีเมลานิน ด้วยประเด็นนี้และฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ จึงสนใจเตรียมสารสกัดลูกเดือยเพื่อนำมาพัฒนาสูตรครีมเพื่อบำรุงผิวพรรณให้สดใสเปล่งปลั่ง

2.4 กากกาแฟ (Spent coffee ground)

กาแฟมีต้นกำเนิดอยู่ในเอธิโอเปียโบราณในทวีปแอฟริกา โดยในอดีตกาแฟเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของอาหรับ ก่อนจะแพร่กระจายไปทั่วโลก ประเทศที่มีการปลูกกาแฟส่งออกติดอันดับโลกในปัจจุบัน ได้แก่ บราซิล เวียดนาม อินโดนีเซีย โคลัมเบีย และอินเดีย ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟจะเป็นไม้ยืนต้นมีใบเขียวชอุ่มอยู่ตลอดทั้งปี ต้นกาแฟเป็นพืชที่มีเนื้อไม้ มีลำต้นที่สูงใหญ่ หากไม่มีการตัดแต่งกิ่งลำต้นอาจสูงได้ถึง 10 เมตร แต่โดยทั่วไปเกษตรกรมักจะตัดแต่งกิ่งกาแฟเพื่อทำให้ต้นเตี้ย ทำให้สะดวกรวดเร็วหรือง่ายขึ้นในการเก็บเกี่ยวผลของกาแฟ กาแฟจัดอยู่ในวงศ์ Rubiaceae หรือพืชในวงศ์เข็ม ในประเทศไทยพบพืชวงศ์นี้อยู่ประมาณ 110 สกุล โดยพืชในวงศ์นี้จะมีลักษณะเฉพาะที่จะสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย คือ มีใบเดี่ยว แต่ละใบจะออกตรงข้ามกัน ในแต่ละคู่ใบจะตั้งฉากกัน ใบจะมีลักษณะเป็นรูปเข็ม และมีขอบใบที่เรียบ ในส่วนของดอกมักมีปลายเป็นแฉกประมาณ 4-5 แฉก มีกลีบดอกที่เชื่อมติดกัน สายพันธุ์ของกาแฟจะมีอยู่ด้วยกันหลากหลายสายพันธุ์ แต่สำหรับสายพันธุ์ที่นำมาบริโภคจริง ๆ มีอยู่ประมาณ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เอ็กซ์เซลซ่า (excelsa), พันธุ์ลิเบอริก้า (liberica), พันธุ์อราบิก้า (arabica) และพันธุ์โรบัสต้า (robusta) ซึ่งสายพันธุ์พันธุ์เอ็กซ์เซลซ่า (excelsa) และพันธุ์ลิเบอริก้า (liberica) จะไม่ค่อยนิยมปลูกกันเนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติที่ไม่ค่อยอร่อย และสายพันธุ์ที่นิยมทานมากมีกลิ่นหอมรสชาติอร่อยและนิยมปลูกกันทั่วไปและจำหน่ายกันทั่วโลก จะมีอยู่ด้วยกัน 2 สายพันธุ์ (สร้อยกล่อม) ได้แก่

-สายพันธุ์อาราบิก้า มีชื่อสามัญ คือ coffee, kofi, koffie, Arabian coffee, Brazillian coffee และมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Coffea arabica L. ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ RUBIACEAE สายพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันเป็นอย่างมาก โดยกาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีผลผลิตของคิดเป็นร้อยละ 75-80 ของผลผลิตของกาแฟทั่วโลก ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ต้นกาแฟจัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 2-4 เมตร ใบของกาแฟอาราบิก้าจะเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-12 เซนติเมตร และยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบเป็นมันบางครั้งเป็นคลื่น จะออกเรียงตรงข้าม เป็นรูปขอบขนานหรือรูปไข่ ปลายใบแหลม โคนใบแหลมเล็กน้อย ส่วนขอบใบเรียบ มีหูใบอยู่ระหว่างก้านใบ ดอกของกาแฟอาราบิก้าจะมีกลิ่นหอม จะออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ มีกลีบดอกเป็นสีขาวติดกันเป็นหลอด ผลกาแฟอาราบิก้า และในส่วนของผลจะเป็นผลสด ลักษณะของผลเป็นรูปไข่หรือรูปทรงกลม โดยผลอ่อนจะเป็นสีเขียว แต่เมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ในปัจจุบันกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าจะเพาะปลูกกันมากในเขตร้อนชื้นและกึ่งเย็น

รูป 3 ลักษณะของต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

รูป 4 ลักษณะของดอกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า (chaipatpark)

รูป 5 ลักษณะผลของกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

-สายพันธุ์โรบัสต้า มีชื่อสามัญ คือ Robusta coffee และมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Coffea canephora Pierre ex A.Froehner (ชื่อพ้องวิทยาศาสตร์ คือ Coffea robusta Pierre ex Froehner L., Coffea robusta L.Linden) ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ RUBIACEAE สายพันธุ์นี้มีรสชาติและความเข้มของรสกาแฟแตกต่างจากพันธุ์อาราบิก้า พันธุ์โรบัสต้าจะมีความเข้มของกาแฟและมีปริมาณของคาเฟอีนที่มากกว่าพันธุ์อาราบิก้า แต่พันธุ์โรบัสต้าจะมีรสชาติที่อาจจะไม่ค่อยถูกปากคอกาแฟมากนักไม่เหมือนกับพันธุ์อาราบิก้าที่ได้รับความในการนิยมดื่มมากกว่า จึงเป็นเหตุผลที่มีการ

เพาะปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้ากันเป็นจำนวนมากกว่า 3 ใน 4 ของโลก ในส่วนของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้ามีการเพาะปลูกและได้รับผลผลิตประมาณร้อยละ 20 ของผลผลิตกาแฟทั่วโลก ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟต้นกาแฟโรบัสต้า ลำต้นมีการเจริญเติบโตมาจากรากแก้วจะมีลักษณะเป็นข้อและเป็นปล้อง ส่วนโคนใบจะอยู่ตามข้อของลำต้น และใบจะร่วงหล่นไปเมื่อต้นโตขึ้น โคนใบจะมีตา 2 ชนิด ได้แก่ ตาบนและตาล่าง ตาบนจะมีกิ่งแตกออกมาเป็นกิ่งแขนงโดยจะเรียกว่ากิ่งแขนงที่ 1 ลักษณะของกิ่งจะนอนขนานกับพื้นดินจะมีข้อและปล้อง แต่ละข้อจะมีกลุ่มตาดอกที่จะเกิดเป็นผลของกาแฟต่อไป ส่วนตาล่างจะแตกออกเป็นกิ่งตั้ง ซึ่งกิ่งตั้งนั้นจะตั้งตรงขึ้นไปเหมือนลำต้น และไม่ติดผล แต่จะสามารถสร้างกิ่งแขนงที่ให้ดอกผลได้ ซึ่งเรียกเป็นกิ่งแขนงที่ 1 เช่นกัน และกิ่งแขนงที่ 1 จะสามารถแตกกิ่งแขนงเพิ่มต่อไปได้อีกเป็นกิ่งแขนงที่ 2 และกิ่งแขนงที่ 2 ก็สามารถแตกเป็นกิ่งแขนงที่ 3 ได้อีก โดยกิ่งแขนงเหล่านี้จะเกิดในลักษณะเป็นคู่สลับเยื้องกันบนลำต้นหรือกิ่งตั้ง เมื่อมีการตัดลำต้นกาแฟ ตาล่างบนลำต้นจะแตกกิ่งตั้งขึ้นมา กิ่งก็จะแตกเป็นกิ่งแขนงที่ 1 กิ่งแขนงที่ 2 และ กิ่งแขนงที่ 3 หลังจากนั้นก็จะมีการสร้างดอกและออกผลของกาแฟต่อไป โดยต้นกาแฟสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด

- <u>ใบของกาแฟพันธุ์โรบัสต้า</u> ใบจะเป็นใบเดี่ยว เกิดที่ข้อเป็นคู่ตรงข้ามกัน โคนใบและปลายใบจะเรียวแหลม บริเวณกลางใบกว้าง ผิวใบเรียบนุ่มเป็นมัน ขอบใบจะมีความหยักเป็นคลื่น ที่ใบจะมีปากใบอยู่ตรงท้องใบ ซึ่งในแต่ละใบจะมีปากใบอยู่ประมาณ 3 ล้านถึง 6 ล้านรู โดยปากใบของโรบัสต้าจะมีขนาดเล็กกว่าปากใบของกาแฟอาราบิก้า จึงทำให้จำนวนปากใบมากกว่า อายุใบจะมีอายุประมาณ 250 วัน ส่วนก้านใบนั้นมีขนาดสั้น

รูป 6 ลักษณะของต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark)

- <u>ดอกของกาแฟพันธุ์โรบัสต้า</u> ปกติแล้วดอกกาแฟจะเป็นดอกเดี่ยวสมบูรณ์เพศ มีกลีบดอกประมาณ 4-9 กลีบ มีกลีบเลี้ยงประมาณ 4-5 ใบ มีเกสร 5 อัน และมีรังไข่ 2 ห้อง ซึ่งในแต่ละห้องของรังไข่จะมีไข่ 1 ใบ จึงทำให้ในหนึ่งผลของกาแฟจึงมีเมล็ด 2 เมล็ด ดอกของกาแฟจะออกเป็นกลุ่ม ๆ บริเวณโคนใบบนข้อของกิ่งแขนงที่ 1, 2 หรือ 3 ในกลุ่มดอกแต่ละข้อจะมีดอกประมาณ 2-20 ดอก ดอกจะออกจากกิ่งแขนงจากข้อที่อยู่ใกล้กับลำต้นออกไปหาปลายกิ่งแขนง โดยปกติแล้วต้นกาแฟจะออกดอกตามข้อของกิ่ง และข้อไหนที่ออกดอกออกผลแล้วก็จะไม่ออกดอกและให้ผลอีกในปีต่อไป

รูป 7 ลักษณะของดอกของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark)

- <u>ผลกาแฟพันธุ์โรบัสต้า</u> ลักษณะของผลจะเป็นรูปทรงรี ก้านผลสั้น ผลยังไม่สุกดิบหรือผลดิบจะเป็นผลสีเขียว เมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง สีส้ม และสีแดง ผลกาแฟจะประกอบด้วยเปลือก เนื้อที่มีสีเหลือง (เมื่อสุกมีรสหวาน) และกะลาที่ห่อหุ้มเมล็ด ช่วงระหว่างกะลากับเมล็ดจะมีเยื่อบาง ๆ ที่หุ้มเมล็ดอยู่ ซึ่งเราเรียกว่า "เยื่อหุ้มเมล็ด" ในแต่ละผลจะมี 2 เมล็ดประกับกันอยู่ ก้านที่ประกบกันจะอยู่ด้านในมีลักษณะแบน มีร่องตรงกลางเมล็ด 1 ร่อง ส่วนด้านนอกโค้ง ลักษณะของเมล็ดจะเป็นเมล็ดเดี่ยวหรือเมล็ดโทน ในบางครั้งหากการผสมเกสรไม่สมบูรณ์ จะทำให้ผลติดเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว (คิดเป็นประมาณ 5-10%) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นรูปกลมรีทั้งเมล็ด มีร่องตรงกลาง 1 ร่อง เมล็ดจำพวกนี้จะเรียกว่า "พีเบอร์รี่" (MedThai, 2014)

รูป 8 ลักษณะผลของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (chaipatpark)

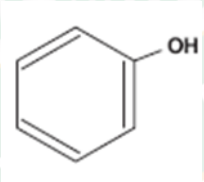
รูป 9 ลักษณะความแตกต่างของเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า (Bower, 2014)

กากกาแฟ (spent coffee ground) คือ กาแฟสดที่ถูกนำมาบดและชง ส่วนกากกาแฟที่ชงแล้วก็จะถูกทิ้งไป โดยในกากกาแฟเหล่านี้ยังมีสารสำคัญหลายชนิดเหลืออยู่ เช่น คาเฟอีน กรดไขมัน โปรตีน สารประกอบฟีนอลิกและแร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น (Campos-Vega และคณะ, 2015) สารประกอบเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน เช่น ด้านสุขภาพ ด้านอาหาร และด้านความสวยงาม และพบว่าในการศึกษาวิจัยในเรื่องกากกาแฟ มีหลายลักษณะ เช่น การนำกากกาแฟมาปรับปรุงโครงสร้างทั้งทางด้านเคมีและกายภาพและนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง นำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก (Adi และNoor, 2009) ทำวัสดุสำหรับการเพาะปลูกซึ่งจะใช้กากกาแฟในการเพิ่มธาตุอาหาร (Cruz และคณะ, 2012) (Morikawa และSaigusa, 2011) วัสดุสำหรับการดูดซับสารอินทรีย์และสารเจือปนต่าง ๆ ที่เป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่นการนำกากกาแฟไปดูดซับตะกั่วในน้ำ (Tokimoto และคณะ, 2005) ในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงมีงานวิจัยที่นำกากกาแฟกับกากชามาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวผสาน (N. Tangmankongworakoon, 2016) และพบว่าคณะผู้วิจัยมีการนำกากกาแฟมาพัฒนาตำรับเครื่องสำอางที่ไขมันจากกากกาแฟเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 10 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟและนำน้ำมันที่ได้มาผสมในตำรับเครื่องสำอางที่เป็นผลิตภัณฑ์ครีมกันแดด ซึ่งพบว่าได้ผลดีป้องกันแสงแดดได้ดีและไม่เป็นพิษต่อผิว (Chiari และคณะ, 2014)

รูป 10 ลักษณะของกากกาแฟ

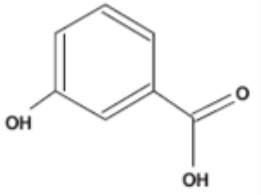
2.5 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) หรือสารประกอบฟีนอล เป็นกลุ่มสารทุติยภูมิที่พบตามธรรมชาติในพืชหลากหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร เมล็ดธัญพืช เมล็ดถั่ว และพบในไวน์ ชา โกโก้ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะพบสารประกอบฟีนอลิกในรูปอนุพันธ์หรือไอโซเมอร์ของฟลาโวนส์ ไอโซฟลาโวนส์ ฟลาโวนอล คาร์เทชิน และกรดฟีนอลิก ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์หลายอย่าง เช่น สามารถต้านการเกิดภาวะออกซิเดชันหรือเรียกว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถกำจัดอนุมูลอิสระ ช่วยปรับภูมิคุ้มกัน ช่วยลดการเกิดการอักเสบต่าง ๆ สามารถป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (Losso และคณะ, 2004) และมีโครงสร้างที่มีความเสถียร คุณสมบัติทางกายภาพของสารประกอบฟีนอลิกเป็นอนุพันธ์ของเบนซินที่มีหมู่ไฮดรอกซิลต่ออยู่เป็นหลัก และอาจจะมีหมู่แทนที่เข้ามาแทนที่ที่ตำแหน่งออโท (orto) ตำแหน่งเมตา(meta) หรือตำแหน่งพารา(para) ได้อีก สารประกอบฟีนอลิกตัวพื้นฐาน ได้แก่ ฟีนอล ซึ่งประกอบไปด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) 1 หมู่เกาะอยู่กับวงแหวนเบนซิน 1 วง มีสูตรโมเลกุล C_6H_5OH มีมวลโมเลกุล 94.11 กรัม/โมล จุดเดือด 181.7 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 40.5องศาเซลเซียส จุดวาบไฟ 79 องศาเซลเซียส สารละลายของฟีนอลเป็นกรดอ่อน มีค่า pKa 9.95 (ในน้ำ), pKa 29.1 (ในอะซิโตไนไตรล์) ฟีนอลจะละลายได้ในน้ำ, กลีเซอรอล, แอลกอฮอล์, คลอโรฟอร์ม, อีเธอร์ และคาร์บอนไดซัลไฟด์ เมื่อมีหมู่อื่นเข้ามาแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) หรือเข้ามาเกาะกับวงแหวนของฟีนอล เช่น CH3 หรือ Cl ก็จะได้เป็นอนุพันธ์ของฟีนอล การเรียกก็จะแตกต่างกันไปตามหมู่แทนที่ที่เข้ามาเกาะ



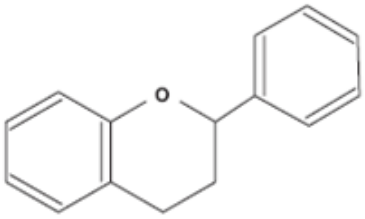
Phenol

รูป 11 โครงสร้างของ Phenols



Phenolic acids

รูป 12 โครงสร้างของ Phenolic acids



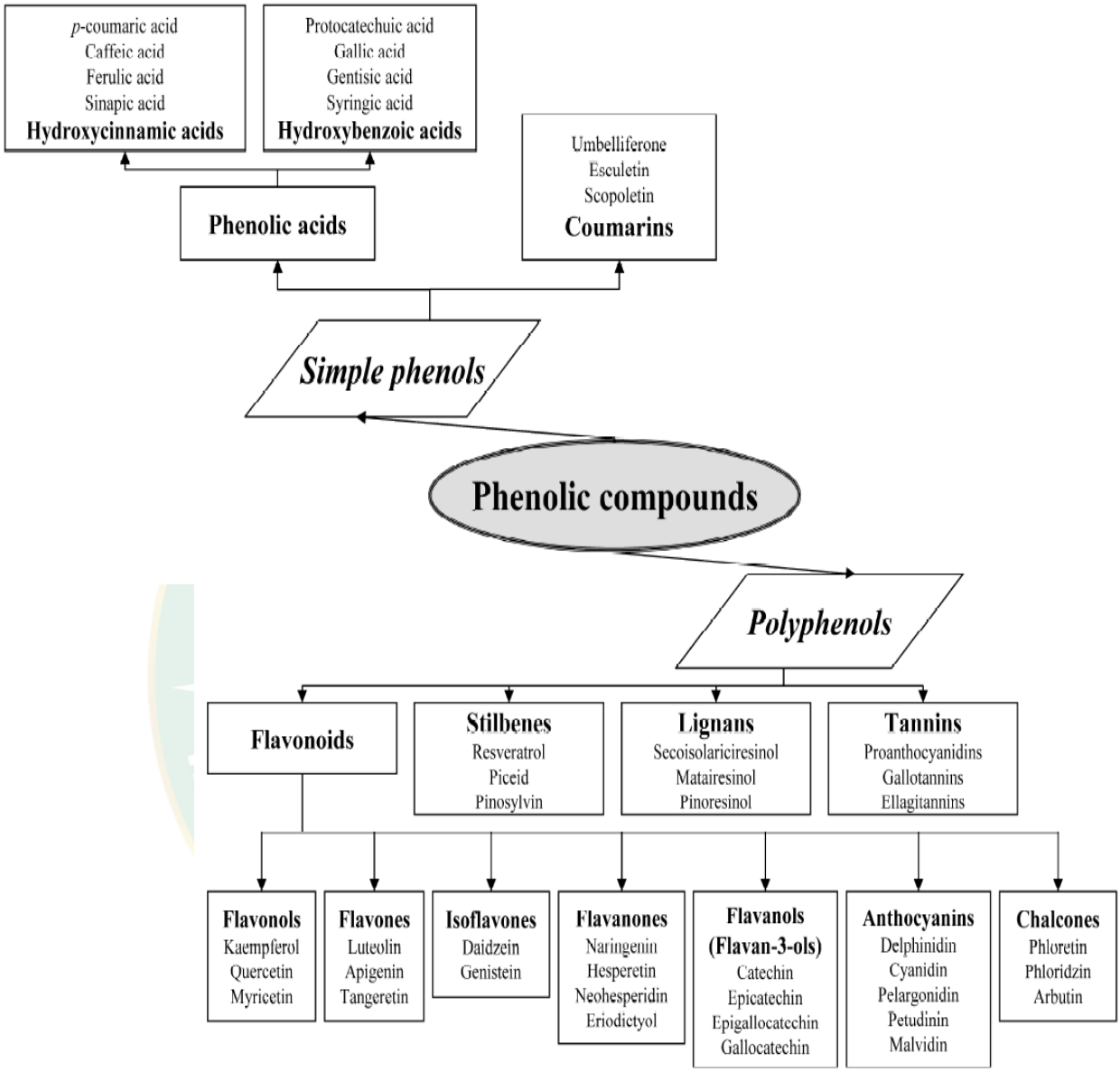
Flavonoids

รูป 13 โครงสร้างของ Flavonoids

สารประกอบฟีนอลพบได้ทั่วไปในธรรมชาติและมีอยู่มากมายหลากหลายชนิด แต่ละชนิดก็จะมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) กลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (lignin) และกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดที่พบคือ กลุ่มของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ (flavonoid) แหล่งที่พบสารประกอบฟีนอลจะพบอยู่ที่ในช่องว่างภายในเซลล์ (cell vacuole) ในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยพืชสร้างสารนี้ขึ้นเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตรวมไปถึงการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วสารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) ซึ่งชนิดของน้ำตาลที่พบมากที่สุดที่อยู่ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล นั่นคือ น้ำตาลกลูโคส (glucose) และพบว่าอาจจะเป็นการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรืออาจจะเป็นสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) เข้าไปรวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน เทอร์พีนอยด์ (terpenoid) และ แอลคาลอยด์ (alkaloid) เป็นต้น

2.5.1 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีโนลิก (Phenolic compound)

ในธรรมชาติพืชผลิตสารทุติยภูมิหลายชนิดที่มีคุณสมบัติออกฤทธิ์ทางชีวภาพอย่างเช่นสารประกอบฟีโนลิก โดยในธรรมชาติพบสารประกอบฟีโนลิกมากกว่า 8,000 ชนิด (Rice-evans และคณะ, 1995) ซึ่งสารประกอบฟีโนลิกเป็นสารทุติยภูมิพืชสร้างขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด โดยสารประกอบฟีโนลิกแต่ละชนิดจะมีสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ตัวอย่างของสารประกอบฟีนอลิกหลักแสดงไว้ในรูป 14

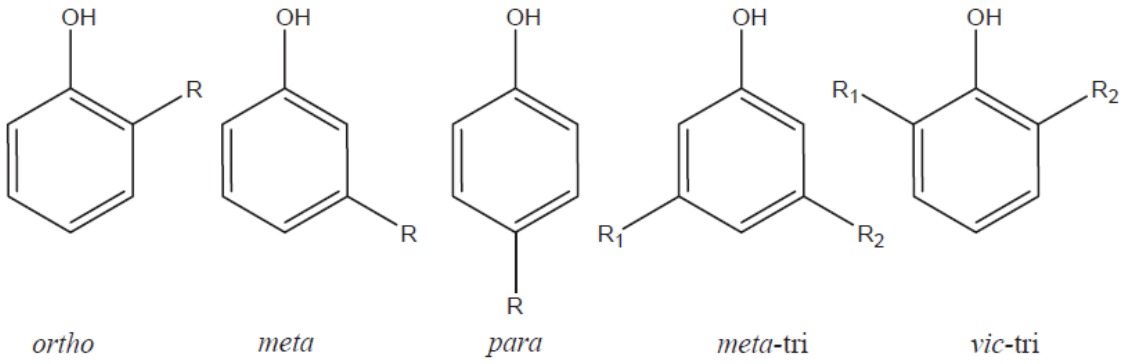


รูป 14 แผนภาพการจำแนกสารประกอบฟีนอลิก (Soto และคณะ, 2015)

โดยจะสามารถจำแนกชนิดของสารประกอบฟีโนลิกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

1) สารประกอบฟีนอลิกพื้นฐาน (Simple phenolics)

ฟีนอลลิกอย่างง่ายจะประกอบไปด้วยวงแหวนเบนซิน 1 วง และมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) 1 หมู่และอาจจะมีหมู่แทนที่ตรงตำแหน่ง แหน่งออโท (orto) ตำแหน่งเมตา (meta) หรือตำแหน่งพารา (para) หรือเรียกว่าตำแหน่ง 1,2- , 1,3- และ1,4- ตามลำดับ ของวงเบนซิน โดยที่ในกรณีนี้หนึ่งในกลุ่มฟังก์ชันคือ
หมู่ไฮดรอกซิล และมีหมู่แทนที่สามกลุ่มฟังก์ชันรูปแบบการแทนที่สามารถเป็น 1,3,5 ซึ่งเมื่อหมู่แทนที่ทั้งสามหมู่แทนเหมือนกันจะถูกกำหนดรูปแบบการทดแทนเป็น meta-tri และรูปแบบการแทนที่ 1,2,6 คือระบุด้วยคำนำหน้า 'vic' แสดงดังรูป 15

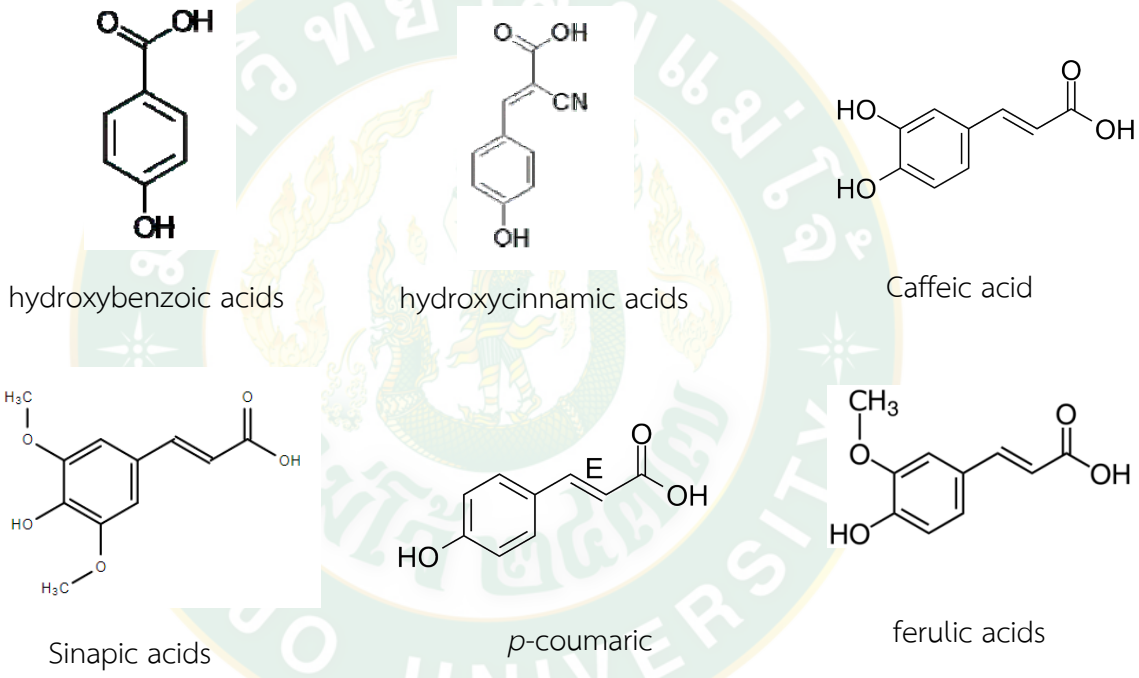


รูป 15 รูปแบบการแทนที่ของสารประกอบฟีนอลิก R, R1และ R2 เป็นหมู่แทนที่ทั่วไป (Vermerris และNicholson, 2008)

สารประกอบฟีนอลิกพื้นฐาน (simple phenolics) แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1.1 กรดฟีนอลิก (phenolic acids) สามารถแบ่งกรดฟีนอลิกได้ 2 ชนิด ได้แก่ กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acids) และ กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) ซึ่งกรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acids) พบทั่วไปในพืชเป็นกรดฟีโนลิกกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด พบมาก ได้แก่ Caffeic acids, Sinapic acids, *p*-coumaric, และ ferulic acids (แสดงโครงสร้างในรูปที่ 6) โดยปกติเกิดขึ้นจากหลากหลายแบบ เช่น เกิดจากการการเชื่อมกันของเอสเทอร์ของ hydroxyacids หรือ ย่อยของเอนไซม์

เป็นต้น ส่วนกรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) เป็นอนุพันธ์ของกรดเบนโซอิก มีสูตรโครงสร้างทางเคมีทั่วไปคือ C_6-C_1 ซึ่งโครงสร้างของกรดนี้จะมีความแปรผันขึ้นอยู่กับการเกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylations) และ ปฏิกิริยาเมธิลเลชั่น (methylations) ของวงแหวนอะโรมาติก เช่น vanillic, syringic, protocatechuic acid และ phydroxybenzoic ในธรรมชาติจะพบอยู่ในรูปที่จับกับกรดอินทรีย์หรือน้ำตาล และสะสมอยู่ที่ส่วนผนังของเซลล์พืชในส่วนที่เรียกว่า “ลิกนิน” ตัวอย่างกรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) และกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid) (Butkhup, 2012)



รูป 16 โครงสร้างของ hydroxybenzoic acids, hydroxycinnamic acids, Caffeic acid, Sinapic acids, p-coumaric และ ferulic acids

1.2 คูมาริน (Coumarins)

คูมาริน (coumarins) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถพบได้ในพืช เป็นสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) มีโครงสร้าง C_6 - C_3 แต่มีออกซิเจนเฮเทอโรไซเคิลเป็นส่วนหนึ่งของ C_3 คูมารินเป็นอนุพันธ์จากกรดซินนามิกโดยการหมุนรอบของสายโซ่ของกรด *o*-coumaric โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของไกลโคไซด์(Soto และคณะ, 2015) ซึ่งคูมารินได้ถูกค้นพบในแหล่งธรรมชาติมากกว่า 300 ชนิด โดยเฉพาะในพืชที่มีสีเขียว และคูมารินยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพดีอีกหนึ่งชนิด

2) โพลิฟีนอล (Polyphenols)

โพลิฟีนอล (polyphenols) เป็นสารในกลุ่มของสารประกอบฟีนอล เป็นสารพฤกษเคมีกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มของสารพฤกษเคมีที่พบได้ทั้งในพืชในผักและผลไม้ทั้งหมด สูตรโครงสร้างทางเคมีของโพลิฟีนอล (polyphenols) จะเป็นวงแหวนแอโรมาติก (aromatic ring) ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) รวมอยู่ในโมเลกุลนั้นตั้งแต่จำนวน 2 วงขึ้นไป โดยสารในกลุ่มโพลิฟีนอล (polyphenols) เป็นโภชนเภสัชที่มีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ อย่างเช่น สารในกลุ่มโพลิฟีนอล (polyphenols) ทุกตัวมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant), เป็นสารต้านมะเร็ง, ช่วยควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายให้มีความสมดุล เป็นปกติ, ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และสามารถช่วยชะลอความเสื่อมของระบบประสาท เป็นต้น โพลิฟีนอล (Polyphenols) สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) เป็นสารประกอบฟีโนลิกที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ ซึ่งพบฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มากกว่า 4,000 ชนิด ในอาหารโดยเฉพาะในพืช ผัก ผลไม้ และเครื่องดื่มบางชนิด อย่างเช่น ชา ไวน์ เป็นต้น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างหลักฟลาโวนตรงนิวเคลียส มีสูตรโมเลกุล คือ C_{15} (C_6-C_3-C_6) ซึ่งจะมีวงแหวน A และวงแหวน B (phenyl ring) จับกับไพโรนหรือไพแรน (C) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างที่วงแหวน C จึงทำให้มีการแยก ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ออกได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ และการเกิด hydroxylation ที่วงแหวน A และวงแหวน B ทำให้เกิดอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ชนิดนั้น ๆ (Pietta, 2000) ถือว่าฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นวิตามินที่มีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกับฮอร์โมนของเพศหญิง หรือเที่เรียกว่าฮอร์โมนเอสโตรเจน ส่วนใหญ่ฟลาโวนอยด์จะอยู่ในรูปกลัยโคไซด์ ซึ่งจะมีหมู่ ไฮดรอกซิลหนึ่งหมู่หรือมากกว่าหนึ่งหมู่ในโมเลกุลและจะจับอยู่กับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว อย่างเช่น กลูโคส ไซโลส อะราบิโนส และแรมโนส ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นอีกหนึ่งตัวที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่ดี สามารถช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น ความเต่งตึงให้แก่ผิว และยังช่วยไม่ให้เม็ดเลือดจับตัวเป็นก้อนที่ทำให้เกิดการอุดตัน ช่วยลดคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็ง อีกทั้งยังเป็นสารต้านจุลินทรีย์ได้ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยหลักๆได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

-กลุ่มแอนโธแซนทินส์ (anthoxanthins) เป็นกลุ่มของสารที่ไม่มีสี แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ ฟลาโวนอลส์ (flavonols) ฟลาโวนส์ (flavones) ไอโซฟลาโวนส์ (Isoflavones) ฟลาวาโนนส์ (flavanones), ฟลาวานอลส์ (Flavanols) เป็นต้น

-กลุ่มแอนโธไซยานินส์ (anthocyanins) ซึ่งกลุ่มนี้มักจะพบในรูปแบบของอนุพันธ์ต่างๆ เป็นสารมีฤทธิ์ที่พบในพืชสมุนไพรหลายชนิด โดยส่วนใหญ่มักจะพบมากในสีของดอกไม้ ผัก และผลไม้ แอนโธไซยานินส์ (anthocyanins) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์และเนื่องจากในโครงสร้างมีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก จึงทำให้สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันในร่างกายได้

2.2 สติลบีนส์ (Stilbenes)

สติลบีนส์(Stilbenes) เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ของฟีนิลโพรพานอยด์(phenylpropanoids) สามารถจำแนกได้โดยดูจากโครงสร้างที่หลัก คือ 1,2-diphenylethylene และตรงบริเวณหมู่ไฮดรอกซิลที่วงแหวนจะถูกแทนที่ด้วยโมโนเมอร์หรือโอลิโกเมอร์ สติลบีนส์ (stilbenes) จากพืชส่วนใหญ่เป็นอนุพันธ์ของหน่วยพื้นฐานที่รู้จักกันดี คือ ทรานส์เรสเวอราโทรล (trans-resveratrol) เช่น (3,5,4′-trihydroxy-trans-stilbene) สารเหล่านี้โดยทั่วไปสะสมทั้งในรูปแบบอิสระและไกลโคซิเลต โดยในธรรมชาติพืชจะสร้างสติลบีนส์ (stilbenes) ขึ้นเพื่อป้องกันเชื้อโรค ป้องกันแมลงกัดกิน และป้องกันแสงแดด จึงจัดเป็นสารไฟโตอเล็กซิน (phytoalexins) มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) และยังสามารถต้านการอักเสบในเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้เป็นอย่างดี (Chang และคณะ, 2006)

2.3 ลิกแนน (Lignans)

สารลิกแนน (Lignans) ประกอบด้วยหน่วยฟีนิลโพรเพน (phenylpropane) สองหน่วย เป็นสารที่พบได้ในผลไม้ ต้นไม้ ผักใบเขียว เมล็ดพืช และเมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น เมล็ดทานตะวัน ถั่ว เมล็ดฟักทอง และเมล็ดลินิน เป็นเมล็ดพืชที่พบสารลิกแนน (Lignans) มากกว่าพืชชนิดอื่น ๆถึง 800 เท่า Secoisolariciresinol และ matairesinol เป็นลิกแนน (Lignans) จากพืชชนิดแรก และต่อมา pinoresinol, lariciresinol และอื่น ๆ (Holmbom และคณะ, 2003) ลิกแนน (Lignans) มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและมีสารเอสโตรเจน (Estrogen) ทั้งสองมีส่วนในการช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งและช่วยให้สุขภาพโดยรวมดีขึ้นเป็นปกติ

2.4 แทนนินส์ (Tannins)

แทนนินส์ (Tannins) เป็นสารเป็นโพลิฟีนอล (polyphenol) ที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน ซึ่งโดยทั่วไปจะพบโครงสร้างที่ซับซ้อนจับอยู่กับอัลคาร์ลอยด์ (alkaloids) โปรตีน (Protein) และโพลีแซคคาร์ไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 500 ถึง 5,000 มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{75}H_{52}O_{46}$ แทนนินส์ (Tannins) เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบได้ทั่วไปในพืชเกือบทุกชนิด เช่น ใบชา ใบพลู ใบฝรั่ง พบในผลไม้ดิบ พบในเปลือกและเมล็ดของผลไม้ เช่น เปลือกมังคุด เปลือกมะพร้าวอ่อน เม็ดในของมะขาม องุ่น และพบในไวน์แดง นั่นคือแทนนินส์ (Tannins) สามารถพบได้ในส่วนต่างๆของพืช ทั้งเปลือก ใบ ผล เปลือกผล และเมล็ด ส่วนใหญ่มักจะพบในรูปของกลัยโคไซด์ ให้รสฝาด (astringency) และรสขม (bitter) สามารถละลายน้ำได้ สารแทนนิน (Tannins) ที่พบอยู่ในใบชาที่สำคัญ คือ catechin โดยในชาดำ (black tea) และชาอู่หลง (oolong tea) จะมีปริมาณของแทนนิน (Tannins) ที่สูงกว่าในชาเขียว (green tea) ในการแยกให้บริสุทธิ์จะทำได้ยากเนื่องจากแทนนินส์ (Tannins) ไม่ตกผลึก

ในขณะที่พืชยังมีชีวิตอยู่พืชจะสร้างแทนนินส์ (Tannins) ขึ้นมาในรูปของสารละลายรวมอยู่ในโปรโทพลาสซึม (Protoplasm) แวคคิวโอของเซลล์ (cell vacuoles) และสารโปรโทพลาสซึมจะสลายตัวเมื่อเซลล์ตายแลแล้ว และแทนนินส์ (Tannins) จะถูกดูดไปอยู่ในผนังเซลล์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในเปลือกไม้ชนิดต่างๆจะมีปริมาณของแทนนินส์ (Tannins) สูงกว่าในเนื้อไม้ แทนนินส์ (Tannins) มีส่วนที่สำคัญที่เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymetic browning reaction) ของผลไม้มีฤทธิ์เป็นสารกันเสีย (preservative) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ แทนนินส์ (Tannins) จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

(1) แทนนินส์แท้ (True tannins) มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 5,000 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 2 กลุ่มได้แก่

-คอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins) แทนนินส์ชนิดรวมตัวแน่นหรืออาจเรียกว่า โปรแอนโทรไซยานิน (proanthrocyanin) เป็นสารโมเลกุลใหญ่และเป็นโพลีเมอร์ (polymer) ของสารประกอบฟีโนลิก (phenolic compounds) มีสูตรโครงสร้างที่มีความเกี่ยวพันกับสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) พบว่า catechins และ flavan-3,4-diols เป็นสารตัวกลาง (intermediate) ในขบวนการชีวสังเคราะห์ของแทนนินกลุ่มนี้ condensed tannins เป็นสารประกอบที่เมื่อโดนกรดหรือเอนไซม์แล้วจะไม่ถูกย่อยหรือสลายตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆแต่กลับรวมตัวกันเกิดเป็นพอลิเมอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยพอลิเมอร์ของ flavan-3-ol และ flavan-3,4 diols เป็น

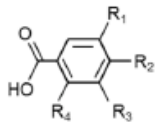
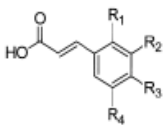
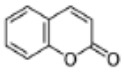
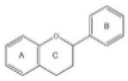
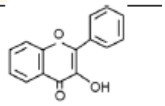
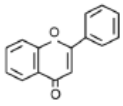
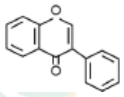
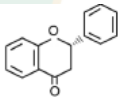
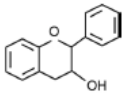
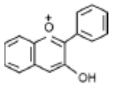
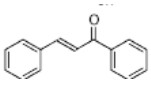
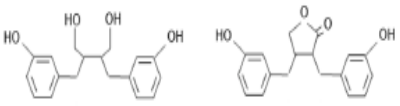
สารประกอบที่มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน มีสีแดง และไม่ละลายน้ำ ซึ่งเรียกสารดังกล่าวนี้ว่า phlobaphenes

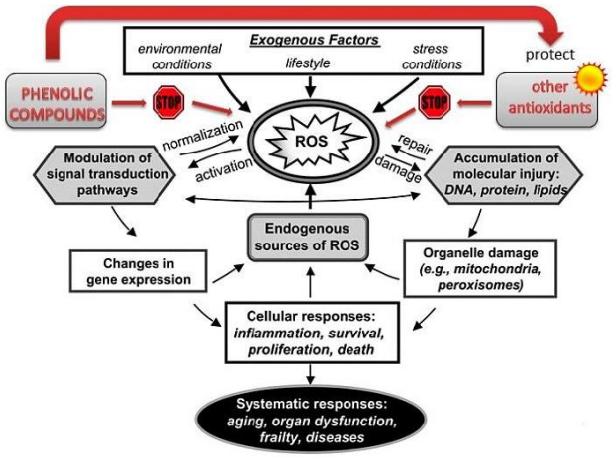
-สารไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) แทนนินส์ที่สามารถสลายตัวได้ด้วยน้ำ จับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ เป็นสารประกอบกลุ่มพอลิเอสเทอร์ (polyester) ซึ่งเกิดจากพอลิฟีนอล (polyphenol) จับกับส่วนที่เป็นน้ำตาล คือน้ำตาลกลูโคส (glucose) ในส่วนที่เป็นส่วนของกรดฟีนอลิก ได้แก่ กรดเฮกซะไฮดรอกซิลไดฟีนิก (Hexahydroxydiphenic acid), กรดแกลลิก (gallic acid) และอนุพันธ์ของ Hexahydroxydiphenic Acid (HHDP) และในองค์ประกอบส่วนใหญ่จะพบส่วนที่เป็นกรดฟีนอลมากกว่าส่วนที่เป็นน้ำตาล สารไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) นี้เป็นสารที่ถูกย่อย (hydrolyse) โดยกรดหรือเอนไซม์แทนเนส (tannase) จึงมีลักษณะเป็น amorphoue ซึ่งจะมีสีเหลืองและน้ำตาล เป็นอนุภาคคอลลอยด์ สามารถละลายได้ในน้ำร้อน มีรสฝาด สามารถแบ่งย่อยออกเป็นชนิดได้ 2 ชนิด ได้แก่ แกลโลแทนนินส์ (Gallotannins) ซึ่งเป็นสารที่มีองค์ประกอบระหว่างกรดแกลลิก (gallic acid) เชื่อมต่อด้วยพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาล และเมื่อเกิดการสลายตัวจะได้เป็นกรดแกลลิก (gallic acid) และน้ำตาลกลูโคส(glucose) จะสามารถพบในพืชต่างๆ เช่น กุหลาบแดง โกศน้ำเต้า และกานพลู เป็นต้น และชนิดที่ 2 คือ แอลลาจิกแทนนินส์ (Ellagitannins) เป็นสารที่มีองค์ประกอบระหว่างโครงสร้างของกรดเฮกซะไฮดรอกซิไดฟีนิก (Hexahydroxydiphenic acid) รวมอยู่กับน้ำตาล แอลลาจิกแทนนินส์ (Ellagitannins) เมื่อเกิดการสลายตัวจะได้เป็นกรดเฮกซะไฮดรอกซิไดฟีนิก (Hexahydroxydiphenic acid) และจะเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้ได้กรดแอลลาจิก (Ellagic acid) ตามมา สามารถพบได้ในพืช เช่น ต้นโอ๊ค ผลทับทิม ต้นยูคาลิปตัส และผลสมอไทย เป็นต้น

(2) แทนนินส์เทียม (Pseudo tannins) แทนนินส์ชนิดนี้เป็นกลุ่มแทนนินส์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 1,000 ตัวอย่างเช่น กรดคลอโรจีนิค (Chlorogenic acid) และกรดไอพีแคคคูแอนนิค (Ipecacuanhic acid) เป็นต้น

เมื่อแทนนินส์รวมตัวหรือทำปฏิกิริยากับเกลือของเหล็ก เช่น เฟอริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) คอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins) หรือแทนนินส์ชนิดรวมตัวแน่น จะได้เป็นตะกอนสีน้ำตาล-เขียว และไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) หรือแทนนินส์ชนิดที่สามารถสลายตัวได้จะได้ตะกอนสีน้ำเงิน-ดำ (Pizzi, 2019)

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิกหลัก (Soto และคณะ, 2015)

Class	Subclass	Basic Skeleton	Basic Structure
Phenolic acids	Hydroxybenzoic acids	C_6-C_1	
	Hydroxycinnamic acids	C_6-C_3	
Coumarins	-	C_6-C_3	
Flavonoids 	Flavonols	C_6-C_3-C_6	
	Flavones	C_6-C_3-C_6	
	Isoflavones	C_6-C_3-C_6	
	Flavanones	C_6-C_3-C_6	
	Flavanols	C_6-C_3-C_6	
	Anthocyanins	C_6-C_3-C_6	
	chalcones	C_{15}	
Stilbenes	-	C_6-C_2-C_6	
Lignans	-	$(C_6$-$C_3)_2$	



รูป 17 ผลของสารประกอบฟีนอลิกต่อการยับยั้งการทำลายความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Działo และคณะ, 2016)

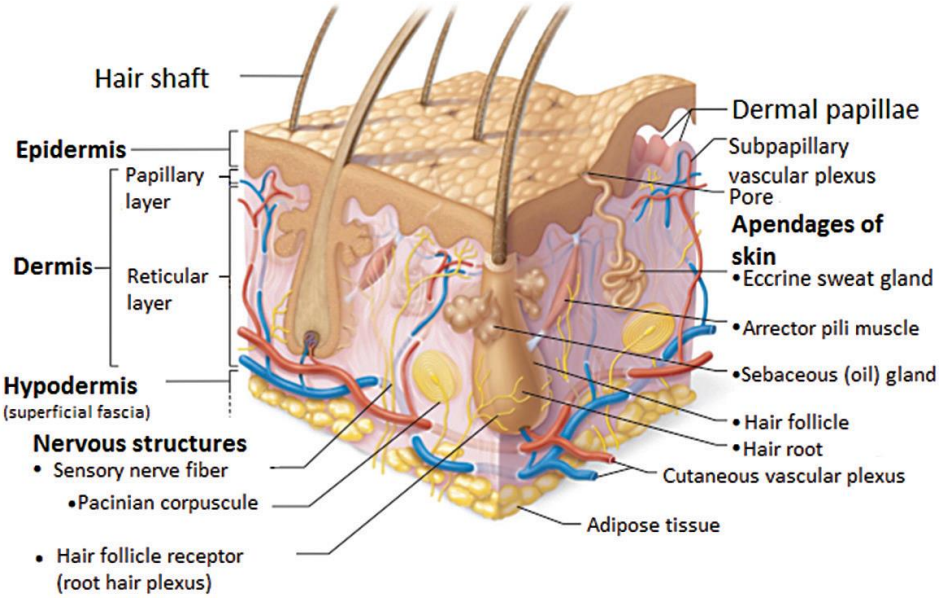
มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีคุณสมบัติรวมทั้งฤทธิ์ต้านจุลชีพ, ต้านไวรัส, ต้านการอักเสบ ต้านเนื้องอก สารต้านอนุมูลอิสระและต่อต้านริ้วรอย ในคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสารประกอบฟีนอลให้อะตอมไฮโดรเจนจากกลุ่มไฮดรอกซิลที่อยู่บนวงแหวนอะโรมาติกในโครงสร้างเพื่อต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันหรือสารชีวโมเลกุลอื่นๆ ได้อย่างง่าย การให้อิเล็กตรอนและความสามารถในการคีเลตโลหะนั้นกรดฟีนอลิกก็สามารถป้องกันการออกซิเดชั่นได้ กลไกที่นำไปสู่การทำให้เป็นกลางของปฏิกิริยาความเครียดออกซิเดชันดังแสดงในรูปที่ 15 นอกจากนี้หลังจากให้อะตอมไฮโดรเจนกับ oxidation species สารประกอบฟีนอลจะกลายเป็นเรโซแนนซ์ที่มีความเสถียรด้วยเรโซแนนซ์ แล้วไม่ก่อตัวขึ้นทำปฏิกิริยาได้ง่ายในปฏิกิริยาอื่น ๆ สารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้มีการรายงานเพื่อประโยชน์ในการป้องกันหรือรักษาโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็ง เบาหวาน ความผิดปกติของระบบประสาท โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งความชราของผิวหนัง

2.6 ผิวหนัง (Human skin)

ผิวหนังเป็นอวัยวะของร่างกายที่มีขนาดที่ใหญ่ที่สุด มีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามแต่ละส่วนของร่างกาย ทั้งในโครงสร้างของผิวหนัง สีของผิวหนัง รวมไปถึงความหนาของผิวหนังด้วย หากคิดเป็นน้ำหนักจะมีค่าประมาณ 16% ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 18,000 ตารางเซนติเมตร บริเวณผิวหนังตรงที่ต่อเนื่องกับ mucous membrane เรียกว่า mucocutaneous junctions เช่น บริเวณเปลือกตาที่ต่อเนื่องกับเยื่อบุตาขาว (conjunctiva), บริเวณรูจมูกที่ต่อเนื่องกับเยื่อบุโพรงจมูก (nasal mucosa), บริเวณริมฝีปากต่อเนื่องกับเยื่อบุช่องปาก (oral mucosa) เป็นต้น ผิวหนังอวัยวะขนาดใหญ่ที่ปกคลุมร่างกาย ระบบอวัยวะนี้จะมีเส้นผม เล็บ และต่อมต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ผลิตเหงื่อและ

น้ำมัน ซึ่งระบบปกคลุมร่างกายมีหน้าที่หลัก 3 ประการ หน้าที่ที่สำคัญประการแรกคือป้องกัน นั่นคือปกป้องร่างกายจากสิ่งภายนอก เช่น รังสี แสงแดด อุณหภูมิ แรงกระแทก สารเคมี และรวมทั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ หน้าที่ในลำดับที่สอง คือ ควบคุม นั่นคือการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การควบคุมอุณหภูมิโดยการทำงานของต่อมเหงื่อ, การควบคุมความสมดุลของของเหลวผ่านต่อมเหงื่อ, ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นผมหรือขน และผิวหนังเป็นส่วนที่ร่างกายใช้ทำหน้าที่ในการสร้างวิตามินดีโดยใช้แสงแดด และหน้าที่ในลำดับที่สามเกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึก นั่นคือผิวหนังทำหน้าที่ในการรับความรู้สึกต่าง ๆ ผ่านทางเซลล์ประสาทที่รับรู้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อม สามารถรับรู้ได้ถึงความความเจ็บปวด รู้สึกร้อน รู้สึกเย็น และรู้สึกการสัมผัส เป็นต้น

ผิวหนังมนุษย์ประกอบด้วยสามชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นผิวหนังชั้นนอกสุดจะประกอบด้วยกลุ่มจำเพาะของเซลล์ที่เรียกว่า keratinocytes ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์เคราติน ซึ่งเป็นโปรตีนยาวคล้ายเส้นด้ายที่มีหน้าที่ปกป้อง ผิวหนังชั้นนี้เป็นชั้นที่ปราศจากเลือด เมลานิน และเป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 100 มิลลิเมตร ชั้นที่ 2 ผิวหนังแท้ (dermis) เป็นผิวหนังชั้นกลางประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด ได้แก่ เนื้อเยื่อคอลลาเจน (collagen) และเนื้อเยื่ออีลาสติค(elastic) คอลลาเจน(Collagen) ผิวหนังชั้นนี้เป็นชั้นที่พบหลอดเลือดที่ประกอบด้วยฮีโมโกลบิน มีความหนา 1-4 มิลลิเมตร และชั้นที่ 3 ชั้นเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังหรือชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutis) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ไขมันเล็ก ๆ ที่เรียกว่าไลโปไซต์ (lipocytes) และผิวหนังชั้นนี้มีความหนา 1–6 มิลลิเมตร ความหนาของชั้นผิวหนังเหล่านี้จะแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับตำแหน่งแต่ละตำแหน่งบนกายวิภาคของร่างกาย ตัวอย่างเช่น เปลือกตามีชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ที่บางที่สุดซึ่งวัดได้น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ในขณะที่ฝ่ามือและฝ่าเท้ามีชั้นหนังกำพร้าที่หนาที่สุด วัดได้ประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ผิวหนังชั้นหนังแท้ (dermis) มีความหนามากที่สุดโดยจะมีความหนาเป็น 30-40 เท่าของผิวหนังชั้นนอก (Kolarsick และคณะ, 2011) โครงสร้างของผิวหนังโดยละเอียดแสดงไว้ในรูป 18



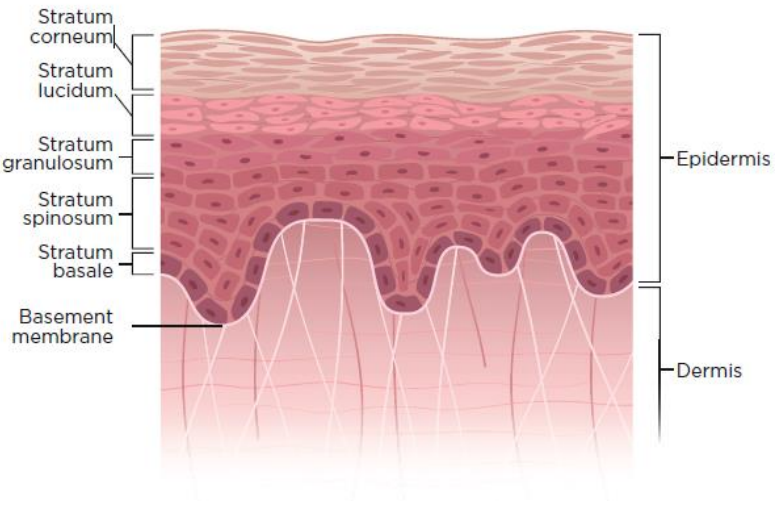
รูป 18 โครงสร้างและองค์ประกอบของผิวหนัง (Ļihačova, 2015)

2.6.1 หนังกำพร้า (Epidermis)

ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นชั้นของผิวหนังที่ปกคลุมอยู่นอกสุดหรือเป็นชั้นบนสุด ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่มีชื่อว่า keratinocytes 80% ของเซลล์หนังกำพร้า และเซลล์ส่วนน้อยที่เรียกว่า dendritic cells (Kolarsick และคณะ, 2011) เซลล์ผิวมีการเรียงซ้อนๆกันเป็นชั้น ๆ ยึดติดกันด้วยไขมัน ซึ่งทำให้เกิดเกราะป้องกันที่ยืดหยุ่น และมีการเกิดใหม่ โดยที่เซลล์ที่เกิดใหม่จะถูกสร้างขึ้นจากส่วนล่างสุดที่ติดกับชั้นหนังแท้ (Dermis) และพัฒนาการเจริญเติบโตขึ้นแล้วจะค่อย ๆ เคลื่อนตัวขึ้นมาทดแทนเซลล์ที่อยู่ชั้นบนจนถึงชั้นบนสุดแล้วจะตายและกลายเป็นขี้ไคล (keratin) หลุดลอกออกไปจากร่างกายตลอดเวลา โดยชั้นผิวหนังกำพร้านี้จะประกอบด้วย 5 ชั้นย่อย ได้แก่ (Lawton, 2019)

1. ฮอร์นี่ เลเยอร์ (Horny layer) หรือ สตราตัม คอร์เนียม (Stratum corneum) ประกอบด้วยชั้นของเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเซลล์แบนๆ เรียงขนานกับผิว และเป็นชั้นที่มีแต่เซลล์ผิวที่ตายแล้วและจะหลุดลอกออกกลายเป็นขี้ไคล (Desquamation process) ซึ่งทำหน้าที่เป็นด่านแรกในการปกป้องผิว

2. เคลียร์ เลเยอร์ (Clear layer) หรือ สตราตัม ลูซิเดียม (Stratum lucidium) เซลล์ในชั้นนี้มีลักษณะแบนราบ อัดตัวอยู่กันอย่างหนาแน่น และไม่สามารถแยกตัวออกจากกันได้
3. กรานุลาร์ เลเยอร์ (Granular layer) หรือ สตราตัม กรานุโลซัม (Stratum granulosum) กระบวนการผลัดเซลล์ผิว (Keratinisation) จะเริ่มต้นในชั้นนี้ เซลล์จะเริ่มมีลักษณะแข็ง และเริ่มเปลี่ยนเป็นเคราติน (Keratin) และ ลิปิด (lipids)
4. พริคเคิล เลเยอร์ (Prickle layer) หรือ สตราตัม สปิโนซัม (Stratum spinosum) ในชั้นนี้เซลล์เคราติโนไซต์ (Keratinocyte) จะผลิตโปรตีนที่เรียกว่าเคราติน (Keratin) ซึ่งจะมีลักษณะเล็กเรียว
5. เบเซิล เลเยอร์ (Basal layer) หรือ สตราตัม เบเซิล (Stratum basale) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นในสุด ซึ่งจะประกอบด้วยโปรตีนที่เรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ ในแนวตั้งเหมือนคอลัมน์และเป็นชั้นที่สร้างเซลล์ผิวใหม่ๆขึ้น ซึ่งเป็นเพียงชั้นเดียวของหนังกำพร้าทั้ง 5 ชั้นที่มีนิวเคลียสของเซลล์มีการแบ่งตัว (mitosis) และถือว่าเป็นชั้นที่เซลล์ยังมีชีวิต



รูป 19 โครงสร้างและองค์ประกอบของผิวหนัง (Lawton, 2019)

keratinocytes เป็นเซลล์หลักที่เป็นองค์ประกอบของหนังกำพร้า (Epidermis) ภายในพบว่ามีเคราตินอินเทอร์มีเดียตฟิลาเมนต์ (keratin intermediate filaments) อยู่ในไซโทพลาซึม (cytoplasm) ถ้าหากพบว่าในเซลล์ใดมี เคราติน ฟิลาเมนต์ (keratin filament) อยู่ภายใน จะสามารถบ่งบอกได้เลยว่าเซลล์นั้นเป็น keratinocytes นอกจากนี้เคราติน ฟิลาเมนต์ (keratin filament) ยังเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมหรือยึดติดระหว่าง keratinocytes แต่ละตัวให้ติดกัน หากส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นเหมือนสะพานเชื่อมระหว่างเซลล์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ความสำคัญ เพราะหากเกิดการผิดปกติหรือขาดจะทำให้เซลล์แต่ละตัวแยกออกจากกัน ทำให้เกิดเป็นโรคผิวหนังขึ้น (Kolarsick และคณะ, 2011)

Dendritic cells เป็นเซลล์ที่มีลักษณะของรูปร่างคล้ายกับดาวมีไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ยื่นออกจากตัวเป็นแขนและขา ซึ่งในชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) จะประกอบไปด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ (Kolarsick และคณะ, 2011)

1. เมลาโนไซท์ (Melanocyte) เป็นเซลล์ที่สร้างเม็ดสี ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตมาจากเซลล์ระบบประสาทที่แทรกตัวอยู่ในชั้นหนังกำพร้าในส่วนล่างสุด โดยเซลล์เมลาโนไซต์ (melanocyte) หนึ่งเซลล์จะสามารถแตกแขนงเป็นร่างแหเล็ก ๆ ซึ่งจะยื่นไปสัมผัสกับเซลล์ผิวหนังประมาณ 35 เซลล์ เมลานิน (Melanin) จะมีอยู่มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับบุคคลและเชื้อชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สีผิวของแต่ละคนมีสีผิวที่แตกต่างกันไป หากเราส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดาจะเห็นเมลาโนไซท์ (Melanocyte) ในชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ซึ่งจะอยู่ตรงเบเซิล เลเยอร์ (Basal layer) ภายในของเมลาโนไซท์ (Melanocyte) จะมีเม็ดสีเมลานิน (melanin) อยู่ข้างในถุงห่อหุ้มที่เรียกว่า เมลาโนโซม (melanosome) และเมลาโนไซท์ (Melanocyte) จะทำการส่งเมลานิน (melanin) ไปให้ keratinocytes ที่อยู่ชั้นบนกว่า ผ่านทาง dendritic processes ที่แทรกอยู่ระหว่าง keratinocytes จึงทำให้เกิดเป็นสีของผิวหนังขึ้น (skin color) ซึ่งสีผิวหนัง (skin color) จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

   -Constitutive skin color เป็นสีผิวที่ได้มาตั้งแต่เกิดโดยมีพันธุกรรมเป็นตัวกำหนด และไม่มีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นคือสีผิวของเด็กแรกเกิด แต่

ในผู้ใหญ่จะสามารถดูสีผิวชนิดนี้ได้ที่บริเวณก้น (Buttock) หรือบริเวณที่ไม่ได้โดนแสงแดดเป็นประจำ

-Facultative skin color เป็นสีผิวที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ เข้ากระตุ้น เช่น แสงแดด, ฮอร์โมนต่าง ๆ, การตั้งครรภ์ เป็นต้น ยกตัวอย่าง เช่น สีผิวตรงที่บริเวณแขนด้านนอกจะมีสีที่เข้มกว่าตอนแรกเกิด เนื่องจากโดนแสงแดด, สีผิวตรงที่บริเวณลานหัวนม (areoalr) และหัวนม (nipple) จะดำขึ้นหลังจากตั้งครรภ์ เป็นต้น

2. มาร์เคิล เซลล์ (Markel cell) เป็นเซลล์ที่เกี่ยวกับการรับความรู้สึก ซึ่งเป็น Dendritic cell ที่จะพบอยู่ที่บริเวณของชั้นเบเซิล เลเยอร์ (Basal layer) โดยจะมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับ keratinocytes มี desmosome ใช้ในการยึดติดกับเซลล์ข้าง ๆ ตรงนิวเครียส (nucleus) จะมีรอยเว้ามาก ส่วนในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) จะมีกลุ่มของ filament บรรจุอยู่รอบๆนิวเครียส (nucleus) และตรงที่ขอบๆ ของเซลล์ แต่สำหรับลักษณะที่สำคัญที่สุดคือจะพบ neurosecretory granule อยู่ภายในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) โดยมาร์เคิล เซลล์ (Markel cell) พบแค่เฉพาะบางบริเวณที่รับสัมผัส (high tactile sensitivity) เท่านั้น เช่น บริเวณริมฝีปาก (lips), บริเวณปลายนิ้ว (digits) บริเวณในช่องปาก (regions of oral cavity) เป็นต้น หากจะส่องดูหรือตรวจหาเซลล์ชนิดนี้จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนเท่านั้นจึงจะตรวจพบได้
3. แลงเกอร์ฮานส์ เซลล์ (Langerhans cell) เป็นเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของผิวหนัง (skin immune cell) เป็น Dendritic cells ที่พบอยู่ในชั้นพริคเคิล เลเยอร์ (Prickle layer) หรือ สตราตัม สปิโนซัม (Stratum spinosum) จะแทรกอยู่ระหว่าง keratinocyte ซึ่งสิ่งที่แตกต่างออกไปจาก keratinocytes และ มาร์เคิล เซลล์ (Markel cell) นั่นคือในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ของแลงเกอร์ฮานส์ เซลล์ (Langerhans cell) จะไม่พบ melanosome, desmosome และ tonofilament

หน้าที่ของชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) คือควบคุมปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากร่างกาย ป้องกันเซลล์จากรังสีต่าง ๆ ตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอม กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน และทำหน้าที่ทำหน้าที่ช่วยปกป้องผิวเราจากสารพิษและแบคทีเรีย เป็นผิวชั้นที่ให้กำเนิดโครงสร้างต่าง ๆ (skin derivatives or appendages) ได้แก่ รูขุมขน, ขน, ต่อมไขมันรวม เรียกว่า Pilosebaceous units, ต่อมเหงื่อ (Sweat glands) (แบ่งเป็น 3 คือ 1. Eccrine sweat glands หมายถึง ต่อมเหงื่อทั่ว ๆ ไปที่พบตามร่างกาย 2. Apoeccrine sweat glands หมายถึง ต่อมเหงื่อชนิดหนึ่งที่พบในบางตำแหน่งของร่างกาย 3. Apocrine sweat glands หมายถึง ต่อมเหงื่อชนิดหนึ่งที่พบในบางตำแหน่งของร่างกาย) และเล็บ (Nails)

ในส่วนของความหนาในผิวหนังชั้นนี้ จะมีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 0.4 ถึง 1.5 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับความหนาทั้งหมดของผิวหนัง (skin) ที่มีความหนาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1.5-4.0 มิลลิเมตร แต่อย่างไรความหนาของชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) จะมีความหนาที่แตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณของร่างกาย จึงทำให้สามารถแบ่งผิวหนังตามความหนาของชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. Thick skin คือ ผิวหนังที่มีชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ที่หนา โดยเฉพาะชั้นสตราตัม คอร์เนียม (Stratum corneum) ซึ่งพบตรงบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า (palms and soles) ซึ่ง thick skin จะไม่มี รูขุมขน ไม่มีขน และกล้ามเนื้อเรียบดึงขน (Arrector Pili Muscle) อยู่ในบริเวณเหล่านี้ แต่จะมีต่อมเหงื่อ Eccrine sweat glands อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้าจึงไม่มีเส้นขนหรือน้ำมันจากต่อมไขมัน (sebum) เหมือนบริเวณอื่น ๆในร่างกาย แต่จะมีเหงื่อบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า
2. Thin skin คือ ผิวหนังที่มีชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ที่บาง สามารถพบได้ทั่วร่างกาย ยกเว้นส่วนบริเวณของฝ่ามือและฝ่าเท้า ซึ่งผิวหนังชนิดนี้จะมี skin derivatives ทุกชนิด นั่นคือ ต่อมไขมัน, ต่อมเหงื่อ, รูขุมขน, ต่อม Apocrine Sweat Glands และขน

2.6.2 หนังแท้ (Dermis)

ชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็นชั้นที่อยู่ด้านล่างต่อจากชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) มีความหนามากกว่าหนังกำพร้ามาก ความหนาของชั้นนี้ประมาณ 1-5 มิลลิเมตร (Lawton, 2019) แต่ในส่วนของบริเวณเปลือกตา (eyelids) และบริเวณหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศชาย (prepuce) จะมี

ความบางมากกว่านี้ ส่วนตรงบริเวณของฝ่ามือและฝ่าเท้าจะมีความหนามากกว่านี้ ตรงบริเวณรอยต่อที่ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ต่อกับชั้นหนังแท้ (Dermis) จะมีลักษณะเป็นรอยหยักที่คล้าย ๆ ลูกคลื่น โดยส่วนของชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ที่ยื่นลงมาในชั้นหนังแท้ (Dermis) และส่วนของชั้นหนังแท้ (Dermis) ที่ยื่นขึ้นไปบน ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เพื่อทำให้ทั้งสองชั้นยึดติดกันแน่นมากขึ้น และเป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสมากขึ้นจึงทำให้เส้นเลือดในชั้นหนังแท้ (Dermis) สามารถที่จะไปเลี้ยงชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ได้มากขึ้น ในชั้นนี้จะมีต่อมเหงื่อ (Sweat glands) รากผม (hair roots) เส้นประสาท (nerve) เส้นเลือด (blood vessel) ระบบเส้นเลือด (vascular network) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ต่อมไขมัน (sebaceous) ที่ช่วยทำให้ผิวนุ่มนวลดูเรียบเนียนและกันน้ำ, และมีต่อมและเซลล์ต่าง ๆ เป็นต้น

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ของชั้นหนังแท้ (Dermis) มีองค์ประกอบหลักประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด คือ เนื้อเยื่อคอลลาเจน (collagen tissues) ช่วยให้ความแข็งแรงแก่ผิวหนัง และช่วยในการซ่อมแซมผิวหนัง ซึ่งถ้าหากสร้างในปริมาณที่มากเกิดไปก็เกิดเป็นแผลเป็น และอีกชนิดหนึ่งคือ เนื้อเยื่ออีลาสติค (elastic tissues) ซึ่งประกอบอยู่เป็นส่วนน้อย ช่วยในการสร้างความยืดหยุ่นให้กับผิวหนัง ซึ่งอยู่ในเมทริกซ์ (matrix) ที่เป็นไกลโคโปรตีน (glycoprotein) โปรตีโอไกลแคน (proteoglycans) และ ไกลโคอะมิโนไกลแคน (glycoa-minoglycans) ซึ่งจะเรียกว่า กราวด์ ซับสแตนซ์ (ground substance) (Lawton, 2019) ชั้นหนังแท้ (Dermis) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้น ตามความแตกต่างของ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue), ความหนาแน่นของเซลล์ (cell density) และรูปแบบของเส้นประสาทและหลอดเลือด ได้ดังนี้คือ

1. Papillary dermis เป็นชั้นที่อยู่ติดกับชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ซึ่งจะประกอบด้วยคอลลาเจน (collagen) ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็น type 3 มากกว่า type 1 และเนื้อเยื่ออีลาสติค (elastic tissues) ชนิด oxytalan elastic fiber จะเรียงตัวตั้งฉากกับชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) มีเซลล์ fibroblasts จำนวนมาก มีความสามารถในการแบ่งตัวได้รวดเร็ว และมี metabolic activity ที่มาก เพื่อที่จะสามารนำมาใช้ประโยชน์ในการซ่อมแซมผิวหนัง โดยปกติชั้น Papillary dermis จะเกิดโรคน้อยกว่าชั้น Reticular dermis

2. Reticular dermis เป็นชั้นถัดมาที่อยู่ใต้หรือต่อกับชั้น papillary dermis ชั้นนี้จะประกอบด้วยคอลลาเจน (collagen) ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเป็น type 1 มากกว่า type 3 และเส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ทั้งคอลลาเจน (collagen) และเส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ในชั้นหนังแท้ (Dermis)

ที่ลึกลงไปตรงที่ต่อกับชั้นเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous tissue) จะมีเส้นเลือดน้อยกว่าชั้น papillary dermis ซึ่งชั้น Reticular dermis สามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชั้น ได้แก่

2.1 Upper zone คือชั้น Reticular dermis ที่เป็นชั้นบน จะประกอบด้วยคอลลาเจน (collagen) ที่มีขนาดกลางๆ และเส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) ที่จัดเรียงตัวกันตามแนวนอน ชั้นนี้เป็นชั้นที่เกิดโรคได้ง่ายเนื่องจากเป็นชั้นที่อ่อนแอ

2.2 Deeper zone คือชั้น Reticular dermis ที่อยู่ชั้นล่างสุดติดกับชั้นเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous tissue) เป็นชั้นที่มีคอลลาเจน (collagen) และเส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) ที่มีขนาดใหญ่ และมีเซลล์อักเสบ (inflammatory cells) และมีไฟโบรบลาสต์ (Fibroblast) อยู่เป็นจำนวนมาก

หน้าที่ของชั้นหนังแท้ (Dermis) คือทำหน้าที่ป้องกันผิวในชั้นที่อยู่ระดับที่ลึกลงไปปกป้องร่างกายจากอันตรายต่าง ๆ (mechanical injury) ทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น (elasticity) ซึ่งทนต่อแรงยืดของผิวหนังได้ (Tensile strength) สามารถอุ้มน้ำไว้ (binds water) เพื่อใช้ในการปรับสมดุลอุณหภูมิควบคุมสมดุลความร้อนของร่างกาย (Thermal regulation) และรับรู้ความรู้สึกเป็นประสาทรับสัมผัสต่าง ๆ (receptor of sensory stimuli) (Kolarsick และคณะ, 2011)

2.6.3 เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous tissue)

ชั้นนี้เป็นชั้นที่อยู่ใต้หรือต่อจากชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็นชั้นในสุดหรือใต้สุดของระบบปกคลุมร่างกาย ระดับความหนาของชั้นนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันของแต่ละบุคคล และขึ้นกับตำแหน่งแต่ละตำแหน่งของร่างกายด้วย เช่น ตรงบริเวณหน้าท้องหรือบริเวณสะโพกจะมีความหนามาก แต่บริเวณเปลือกตาจะบางมาก เนื่องจากชั้นนี้เป็นบริเวณที่ใช้เก็บสะสมไขมันจึงประกอบด้วยเซลล์ไขมันเป็นหลัก และจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดโปร่งบาง (loose connective tissue), ต่อมเหงื่อ (Sweat gland), คอลลาเจน (collagen), เส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) ที่ต่อเนื่องลงมาจากชั้นหนังแท้ (Dermis) เซลล์ไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักของชั้นนี้จะอยู่รวมกันและมีพังผืด (fibrous septa) เป็นตัวแบ่งกั้น ซึ่งจะมีเส้นประสาท (nerve), เส้นเลือด (blood vessel), หลอดน้ำเหลือง (lymphatic vessels) อยู่ในผนังกั้น (Septa)

ชั้นนี้จะทำหน้าที่ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย รักษาความร้อนของร่างกายไว้ (Insulates the body) คล้ายกับฉนวนกันความร้อน เป็นแหล่งที่สะสมพลังงานของร่างกาย (reserve energy supply) ช่วยลดแรงกระทบกระแทกจากภายนอกหรือเป็นเสมือนหมอนรองกระแทก (cushion)

เป็นชั้นที่ทำให้ผิวหนังสามารถเคลื่อนไหวได้โดยไม่ติดแน่นกับโครงสร้างข้างใต้ผิวหนัง (mobility over underlying structure) และชั้นนี้ยังมีผลในด้านของความสวยความงาม (cosmetic effect) เช่น ตรงบริเวณแก้มหรือใบหน้า หากมีชั้นนี้รองรับจะทำให้รูปหน้าดูสวยงาม ดูอ่อนเยาว์ (Kolarsick และคณะ, 2011; Lawton, 2019; Ļihačova, 2015)

2.7 เมลานิน (Melanin)

เมลานิน (Melanin) หรือ เม็ดสีผิว ในภาษากรีกมีความหมาย แปลว่า สีดำ ซึ่งในธรรมชาติเมลานินเป็นรงควัตถุทางธรรมชาติ มีมวลโมเลกุลสูง พบได้ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะมีทั้งสีดำ สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล และสีเหลือง เกิดมาจากเอนไซม์ฟีนอเลส (phenolase) และเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน และย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิค (phenolic compound) ให้เล็กลงจนได้เป็นเมลานิน (Melanin) ซึ่งจะเรียกว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ตัวอย่างเช่นการเปลี่ยนเป็นสีดำของเห็ดหรือผลไม้ เมื่อเกิดช้ำหรือเกิดเป็นแผลบริเวณเปลือกจะเกิดเมลานินขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปจะเห็นเป็นสีน้ำตาลหรือสีและจะคล้ำขึ้นเรื่อย ๆ เป็นต้น และเมลานิน (melanin) ยังเป็นสารสีที่ผิวหนัง เส้นผม และตา (Solano, 2014) ซึ่งถูกสังเคราะห์มาจากกรดแอมิโนไทโรซีน (tyrosine) ในเมลาโนไซต์และส่งไปยังชั้นผิวหนัง

โดยทั่วไปสีผิวของคนเราแต่ละคนต่างจะมีความแตกต่างกันตามเชื้อชาติ พันธุกรรม ฮอร์โมน ภูมิประเทศที่อยู่อาศัย สภาวะแวดล้อมรอบ ๆ ตัวของแต่ละคน เช่น เมื่อผิวโดนแสงแดดนาน ๆ จะทำให้ผิวจะคล้ำขึ้น และสาเหตุหลักอีกหนึ่งประการ คือ พันธุกรรม ซึ่งทำให้องค์ประกอบของเม็ดสีที่ชั้นผิวหนังต่างกันจึงทำให้แต่ละคนมีสีผิวที่แตกต่างกัน โดยสาเหตุหรือปัจจัยต่าง ๆเป็นผลทำให้สีผิวเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากมีจำนวนเม็ดสีที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์ที่ทำหน้าที่กระตุ้นการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติชั้นผิวหนังของคนเราในชั้นหนังกำพร้า (epidermis) จะมีเซลล์เมลาโนไซด์ (melanocyte) ลักษณะของเซลล์จะเป็นเซลล์รูปร่างแบนวงรี และมีแขนงที่เหมือนแขนขายึดจับกันอยู่ ซึ่งเซลล์เมลาโนไซด์ (Melanocyte) 1 เซลล์จะสามารถส่งเม็ดสีให้กับ keratinocyte ได้ประมาณ 40 เซลล์ ซึ่งรวมเรียกว่า “epidermal – melanin unit” (Costin และHearing, 2007) และมีหน้าที่ในการสร้างถุงเม็ดสีเมลานิน เรียกว่าเมลาโนโซม (melanosome) โดยการสร้างจะอาศัยเอนไซม์ไทโรสิเนส (tyrosinese) เข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดการสร้างถุงเม็ดสีที่สมบูรณ์ขึ้น เซลล์เมลาโนไซด์ (melanocyte) กระจายไปทั่วชั้นผิวหนังโดยจะแทรกตัวอยู่ระหว่างเซลล์เคราติโนไซด์ (keratinocyte) ที่ทำหน้าที่ในการผลิตเคราติน (keratin)

ซึ่งสร้างความแข็งแรงให้กับเส้นผม ขนและเล็บ เนื่องจากเซลล์เมลาโนไซด์ (melanocyte) และเคราติโนไซด์ (keratinocyte) อยู่ใกล้กันจึงส่งผลให้เส้นผม ขน หรือเยื่อบุตา ของคนเราอีกจุดหนึ่งที่มีความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน โดยถุงที่หุ้มเม็ดสีเมลานินจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน จึงทำให้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ในการแยกเชื้อชาติได้ ซึ่งถุงของเม็ดสีเมลานินหรือที่เรียกว่าเมลาโนโซม (melanosome) จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

-ยูเมลาโนโซม (Eumelanosome)

ยูเมลาโนโซม (eumelanosome) จะผลิตรงควัตถุสีดำ และสีน้ำตาล แต่ถ้าหากมีเมลานินในปริมาณมากจะผลิตสีที่เข้ม หรือหากมีเมลานินใปริมาณน้อยก็จะให้สีที่อ่อนลง ในส่วนของรูปร่างจะมีรูปร่างเป็นวงรี มีขนาดที่ใหญ่ประมาณ 0.5-0.8 ไมโครเมตร โดยถุงหุ้มนี้จะกระจายตัวอยู่เดี่ยว ๆ และการสลายตัวจะช้า

-ฟีโอเมลาโนโซม (Pheomelanosome)

ฟีโอเมลาโนโซม (pheomelanosome) จะประกอบด้วยสารหลัก คือ แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งมีสีคือโทนส้มแดง สามารถเห็นชัดได้ในกระบริเวณผิวหนัง เส้นผม หรือขน เป็นต้น มีรงควัตถุ สีขาว จึงแสดงสีออกมาเป็นสีโทนสว่าง ในส่วนของรูปร่างจะมีรูปร่างกลม จะมีขนาดที่เล็กประมาณ 0.5-0.3 ไมโครเมตร จะเกาะตัวอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตั้งแต่ 2-10 ถุง มีการสลายตัวที่เร็ว

นอกจากนี้ในการแบ่งชนิดของเมลานิน (Melanin) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ (D'Orazio และคณะ, 2013)

-ยูเมลานิน (Eumelanin)

จะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มีรงควัตถุสีดำ และเกิดในสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ พืช เกิดจากสาร ได้แก่ ไทโรซีน (Tyrosine), ไทรามีน (Tyramine) และ โดปามีน (Dopamine) (3,4-dihydroxy phene thylamine) เป็นต้น ตัวอย่างของเมลานิน เช่น เส้นผมสีดำ สีของขนนก สีดำของน้ำหมึกของปลาหมึก โดยยูเมลานิน (Eumelanin) จะสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ ยูเมลานินสีดำและยูเมลานินสีน้ำตาล ยูเมลานินสีดำจะให้สีดำเมื่อมีปริมาณเม็ดสีเมลานินนี้ในปริมาณที่มาก แต่ถ้ามีเม็ดสีเมลานินนี้ในปริมาณที่น้อยก็จะให้สีเทา และยูเมลานิน (Eumelanin) อีกหนึ่งแบบ คือ ยูเมลานินสีน้ำตาล จะให้สีน้ำตาลเมื่อมีปริมาณเม็ดสีเมลานินนี้ในปริมาณที่มาก แต่ถ้ามีเม็ดสีเมลานินนี้ในปริมาณที่น้อยก็จะให้สีน้ำตาลอ่อน ตัวอย่างเช่น ยูเม

ลานินสีน้ำตาล จะทำให้เส้นผมมีสีน้ำตาลเมื่อมีปริมาณที่มาก แต่ถ้ามีปริมาณที่น้อย เส้นผมจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนหรือสีบรอนด์ มักจะพบยูเมลานินสีน้ำตาลมากในชาวยุโรป

-ฟีโอเมลานิน (Phaeomelanin)

ฟีโอเมลานิน (Phaeomelanin) ประกอบด้วยไนโตรเจน และซัลเฟอร์ เป็นส่วนประกอบที่พบในเส้นผมที่มีสีแดงและสีของขนไก่ เกิดจาก ไทโรซีน (Tyrosine) และ ซีสเทอีน (Cysteine)

ยูเมลานิน (Eumelanin) และฟีโอเมลานิน (Phaeomelanin) จะมีเคโรทีนอยด์ (Carotenoid) เป็นส่วนประกอบหลักในสีของขนนก แต่ยูเมลานิน (Eumelanin) จะกระจายไปทั่วเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในขณะที่ฟีโอเมลานิน (Phaeomelanin) จะมีจำกัดแค่ในกระ เส้นผม หรือขน และยูเมลานิน(Eumelanin) มีประสิทธิภาพในการปิดกั้นโฟตอน UV ได้ดีกว่าฟีโอเมลานิน (Phaeomelanin) ดังนั้นยิ่งมียูเมลานินในผิวหนังมากเท่าไร รังสียูวีที่ซึมผ่านได้ก็จะยิ่งน้อยลงเท่านั้น กล่าวคือ คนผิวขาวมักจะไวต่อแสงยูวีและมีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นมะเร็งผิวหนัง จะมีสารยูเมลานิน (Eumelanin) ที่ผิวหนัง เพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงรับรังสียูวีได้มากกว่าคนผิวคล้ำ ดังนั้น ยิ่งผิวขาวมากเท่าไหร่ รังสี UV ก็จะยิ่งทำร้ายมากขึ้นเท่านั้น (D'Orazio และคณะ, 2013)

2.8 การแกของผิว (Skin aging)

ความชราหรือการแกของผิว (Skin aging) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางผิวหนังที่ดำเนินไปตามความเสื่อมของร่างกายและเวลาที่ผ่านไปตามอายุของแต่ละบุคคล และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอีกหลายประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน กระบวนการเผาผลาญอาหาร การสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม มลภาวะต่าง ๆ หรือสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet radiations) เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ทำให้ผิวหนังเกิดการเปลี่ยนแปลง หากไม่มีการดูแลหรือบำรุงรักษาใด ๆ ภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (oxidative stress) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการเกิดความชราของผิวหนัง (Jadoon และคณะ, 2015) ความชราหรือการแก่ของผิวหนังจะมีลักษณะที่ปรากฏเด่นชัด คือ ผิวจะมีริ้วรอย ขาดความยืดหยุ่น ผิวหย่อนคล้อย มีร่องลึก เป็นต้น หากเปรียบเทียบระหว่างผิวหนังของผู้สูงวัยกับผิวหนังของวัยหนุ่มสาวจะพบว่า ผิวหนังของคนที่มีอายุมากจะมีปริมาณของโปรตีนคอลลาเจน อิลาสติน และไกลโคสะมิโนไกลแคนที่ลดลง ทำให้ผิวหนังมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับผิวหนังของวัยหนุ่มสาว (Taofiq และคณะ, 2017) โดยปัจจัยหลักๆที่ทำให้

เกิดความชราของผิวหนังเกิดจาก 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยภายในร่างกาย (intrinsic aging) เกิดจากเวลาที่ผ่านไปตามอายุ และ เกิดจากการที่ผิวได้สัมผัสกับปัจจัยภายนอก (extrinsic aging) เช่น แสงยูวีที่เป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความชราของผิวหนัง ทำให้ผิวหนังขาดความยืดหยุ่น intrinsic aging โดยทั้งสองปัจจัยเป็นสาเหตุสำคัญหลัก ๆ ที่สามารถทำให้เกิดความชราของผิวหนัง

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยการเตรียมสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟและกาตั้งตำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางแสดงในตารางที่ 3

ตาราง 3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	สารเคมี	ความบริสุทธิ์ของสาร	ผู้ผลิต	ประเทศ
1	Ethanol	95 %	Rcl labscan	Thailand
2	Potassium Chloride	99%	Merck	Germany
3	Sulfuric acid	95%	Merck	Germany
4	Sodium carbonate	95%	Sigma aldrich	USA
5	Sodium acetate	95%	Quality Reagent	New Zealand
6	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl	95%	Sigma aldrich	USA
7	Folin Ciocalteu	99%	VWR	USA
8	Gallic acid	AR grade	Merck	Germany
9	hydrochloric acid	36%	Merck	Germany
10	Nikkomulese LH	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
11	Dimethicone (DC 350)	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
12	Squalane	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
13	Cetyl alcohol	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
14	Stearyl alcohol	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
15	Glycerin	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
16	Butylene glycol	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
17	Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer (Carbopol ultrez 21 polymer)	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
18	Spectrastat BHL	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
19	Disodium EDTA	cosmetic grade	Namsiang	Thailand
20	Disodium hydroxide	cosmetic grade	Namsiang	Thailand

3.2 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยการเตรียมสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟและกาตั้งตำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับ	ชื่อเครื่องมือ	ผู้ผลิต	ประเทศ
1	Thermometer	Pyrex	USA
2	Round bottom flake	Pyrex	USA
3	Condenser	Pyrex	USA
4	Freeze dry (Model 7750020)	Labconco	USA
5	Heating mantle	Maidstone	UK
6	Balances	Mettler Toledo	Switzerland
7	Hotplate stirrer	Haromony	Japan
8	Microwave oven	Toshiba	Japan
9	UV-visible spectroscopy	Agilent Technologies	USA
10	Evaporator	BUCHI	Switzerland
11	pH meter	SI Analytics	Germany
12	High speed homogenizer	Siripanya Trading	Thailand
13	DermaLab® Combo	Cortex Technology	Denmark
14	Centrifuge	Hettich Mikro 200R	Germany
15	Finn chambers®	SmartPractice	USA
16	Funnel	SCHOTT DURUN	Germany
17	Measuring cylinder	SCHOTT DURUN	Germany
18	Volumetric flask	SCHOTT DURUN	Germany
19	Camp and Stand	Mr.CLAMP	
20	Auto pipette	NICHIRYO	Japan
21	Test tube	BERLIN	Germany
22	Centrifuge Tube		
23	Viscometer	Qingtian	China

3.3 การเตรียมตัวอย่าง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างลูกเดือย

นำลูกเดือยมาเทใส่ภาชนะสะอาดที่เตรียมไว้ ทำการคัดแยกเศษเมล็ดลูกเดือยที่แตกหักและสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ที่ปนมาออกจากเมล็ดลูกเดือย ทำการชั่งเมล็ดลูกเดือยที่แยกแล้วตามอัตราส่วนต่าง ๆ นำลูกเดือยมาแช่น้ำ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียด และผึ่งให้แห้ง

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างกากกาแฟ

นำกากกาแฟมาเทใส่ภาชนะสะอาดที่เตรียมไว้ หากมีสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ให้นำออก ทำการเกลี่ยให้ทั่วภาชนะและผึ่งให้แห้ง

3.4 การเตรียมสารสกัด

3.4.1 การสกัดด้วยการแช่หมัก (maceration)

3.4.1.1 การสกัดลูกเดือยด้วยการแช่หมัก

ลูกเดือยที่ปั่นแล้ว 30 กรัม ใส่ลงในภาชนะที่ใช้ในการแช่หมัก เติมเอทานอลหรือน้ำ 500 มิลลิลิตร ทำการคนและปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน และหมั่นคนบ่อย ๆ เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำมากรองและระเหยเอาตัวทำละลายออก นำไป Freeze dryer เมื่อได้สารสกัดที่เป็นผงออกมาก็นำไปทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

3.4.2 การสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE)

3.4.2.1 การสกัดลูกเดือยด้วยไมโครเวฟ

นำลูกเดือยที่ปั่นแล้ว 1 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลม เติมตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้น 30, 50, 80 และ 95 %v/v ปริมาตรที่ใช้ 30, 50 และ 80 มิลลิลิตร ได้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอลดังนี้ 1:30, 1:50 และ 1:80 w/v ทำการคนและนำไปสกัดด้วยเครื่องไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300, 400 และ 500 วัตต์ เป็นเวลา 10, 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลา ตามที่กำหนดนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยใช้กรวยกรองและนำไประเหยเอาตัวทำละลายออก หลังจากนั้นนำไป Freeze dryer และนำไปทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

3.4.2.2 การสกัดกากกาแฟด้วยไมโครเวฟ

นำกากกาแฟที่ปั่นแล้ว 1 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลม เติมตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้น 70 % v/v ปริมาตรที่ใช้ 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ได้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอลดังนี้ 1:20, 1:30 และ 1:40 w/v ทำการคนและนำไปสกัดด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 200, 300, 400, 500 และ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำมา

กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยใช้กรวยกรองและนำไประเหยเอาตัวทำละลายออก หลังจากนั้นนำไป Freeze dryer และนำไปทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

3.4.3 การสกัดด้วยการรีฟลักซ์ (reflux)

3.4.3.1 การสกัดลูกเดือยด้วยการรีฟลักซ์

นำลูกเดือยที่ปั่นแล้ว 20 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมที่ใช้ต่อกับคอนเดนเซอร์ เติมเอทานอลหรือน้ำ 500 มิลลิลิตร ทำการต่อกับคอนเดอนเซอร์ และให้ความร้อนที่ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการสกัดที่แตกต่างกัน คือ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำมากรองและระเหยเอาตัวทำละลายออก นำไป Freeze dryer เมื่อได้สารสกัดที่เป็นผงออกมาก็นำไปทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

3.4.3.2 การสกัดกากกาแฟด้วยการรีฟลักซ์

นำกากกาแฟที่ปั่นละเอียด มาชั่ง 1 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมที่ใช้ต่อกับคอนเดนเซอร์ เติมตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้น 70 % v/v ปริมาตรที่ใช้ 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ได้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอลดังนี้ 1:20, 1:30 และ 1:40 w/v ทำการต่อกับคอนเดอนเซอร์ และให้ความร้อนที่ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการสกัดที่แตกต่างกัน คือ 0.5, 1, 1.5, 2 และ 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำมากรองและระเหยเอาตัวทำละลายออก นำไป Freeze dryer เมื่อได้สารสกัดที่เป็นผงออกมาก็นำไปทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

3.5 การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกรวม

3.5.1 เตรียมสต็อกที่ความเข้มข้น 100 ppm

ทำการชั่ง Gallic acid 10 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.5.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm เพื่อทำการวิเคราะห์

ทำการปิเปตสารละลาย สต๊อกมา แล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมา 0.4 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteau reagent 2 มิลลิลิตร และเติมโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) 1.6 มิลลิลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และสร้างกราฟมาตรฐาน

3.5.3 เตรียมสต็อกสารสกัดฟีนอลิกที่ความเข้มข้น 1000 ppm

ทำการชั่งตัวอย่างมา 100 มิลลิกรัม แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.5.4 เตรียมสารสกัดฟีนอลิกเพื่อทำการวิเคราะห์

ทำการปิเปตสารละลายสต๊อกมา 0.4 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteau reagent 2 ml และเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) 1.6 มิลลิลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid และคำนวณหาสารประกอบฟีนอลิกรวม

3.6 สูตรผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประกอบด้วยสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟในการศึกษานี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครีมทาหน้าที่มีสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟเป็นองค์ประกอบ

3.6.1 ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟมีส่วนผสมในการกำหนดสูตรของครีมแสดงไว้ในตารางที่ 3 กระบวนการเตรียมของสูตรนี้เตรียมโดยการเติมเฟสของน้ำมันไปยังเฟสของน้ำ โดยจะให้ความร้อนเฟสทั้งสองสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะผสม โดยเครื่องผสมโฮโมจีไนเซอร์จนกระทั่งอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 50 องศาเซลเซียส เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารกันบูดตามลำดับ และยังคงกวนต่อไปจนกระทั่งเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

ตาราง 5 สูตรครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

Phase	Trade Name	INCI Name	%
A (Oil Phase)	Nikkomulesse LH	Glycerin (and) Hydrogented lecithin (and) Hydroxypropyl methylcellulose stearoxy Ether (and) Squalane (and) Sodium methyl stearoyl taurate	4.00
	DC350	Dimethicone	3.00
	Squalane	Squalane	5.00
	Cetyl alcohol	Cetyl alcohol	0.30
	Stearyl alcohol	Stearyl alcohol	0.30
	SCG extract		0.50
	JT extract		0.50
B (Water Phase)	Na_2EDTA	DisodiumEDTA	0.10
	Glycerin	Glycerin	3.00
	Butylene glycol	Butylene glycol	4.00
	Carbopol ultrez 21 polymer	Acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer	0.25
	DI water	Aqua	q.s. 100
C	NaOH (18% w/V)	sodium hydroxide (for adjusting pH to 5.5)	0.30
D	Spectrastat BHL	Caprylhydroxamic acid (and) 1;2-hexanediol (and) butylene Glycol	2.00

3.7 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่า pH สี ความหนืด ความสามารถในการกระจายตัว และความรู้สึกต่อผิว

3.8 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

ประเมินความคงตัวของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟโดยวิธีการหมุนเหวี่ยงที่ 4,000 รอบต่อนาที 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Censi และคณะ, 2018) จากนั้นเก็บผลิตภัณฑ์ทั้งหมดคือไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทภายใต้สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิห้อง, ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน จากนั้นทำการทดสอบความคงตัวแบบเร่งหรือประสิทธิภาพการคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ โดยการใช้อุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง หรือเรียกว่า Heating cooling cycle ซึ่งจะนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเมื่อครบเวลาตามกำหนดนำออกมาเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จะนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 7 รอบ

3.9 การทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง

การทดสอบการระคายเคืองผิวหนังทำได้โดยใช้โดยใช้ Finn chambers® โดยเติมเบสครีมที่ไม่มีส่วนผสมของสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟ, ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดลูกเดือย ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดกากกาแฟ และครีมที่มีส่วนผสมทั้งสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟ ในแต่ละหลุม หลังจากนั้นเติม 1% w/v ของโซเดียมลอริลซัลเฟต (ใช้เป็นปฏิกิริยาบวก) และน้ำปราศจากไอออน (เป็นปฏิกิริยาเชิงลบ) ในหลุมถัดไป และนำไปติดไว้ตรงบริเวณที่ต้องการทดสอบ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ต่อมาสังเกตบริเวณทดสอบว่ามีผื่นแดง หรือคันหรือไม่ ในเวลา 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังจากถอดแผ่นทดสอบออก

3.10 การทดสอบความขาวของผิว

ก่อนการทดสอบห้ามมิให้ใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางใด ๆ อย่างน้อย 3 วันก่อนเริ่มการทดสอบ และก่อนทำการศึกษา ผู้ที่ได้รับการทดสอบจะได้พักในห้องที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50% (RH) เป็นเวลา 15 นาที (Anna Jaros, 2018) โดยการทดสอบจะทำการทาเบสครีมที่ไม่มีสารสกัดทั้งลูกเดือยและกากกาแฟบริเวณแขนข้างขวาต้นแขนด้านใน (บริเวณ A) ทำการทดสอบจะทาครีมที่มีสารสกัดลูกเดือยบริเวณแขนข้างขวาปลายแขนด้านนอก (บริเวณ B) ทดสอบทาครีมที่มีสารสกัดกากกาแฟบริเวณแขนข้างซ้ายต้นแขนด้านใน (บริเวณ C) และทำการ

ทดสอบทาเบสครีมที่มีสารสกัดทั้งลูกเดือยและกากกาแฟบริเวณแขนข้างซ้ายปลายแขนด้านนอก (บริเวณ D) แสดงดังรูปที่รูปที่ 14 โดยทาวันละสองครั้ง เช้าและเย็นในแต่ละพื้นที่ผิวของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การศึกษาได้ดำเนินการในวันที่ 0 สำหรับค่าเริ่มต้น และสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 โดยวัดปริมาณเมลานินและค่า CIEL* ด้วยการใช้โพรบสีผิวของ DermaLab® Combo โดยสามารคำนวณความสามารถในการลดเม็ดสีเมลานินได้มาจากสมการต่อไปนี้:

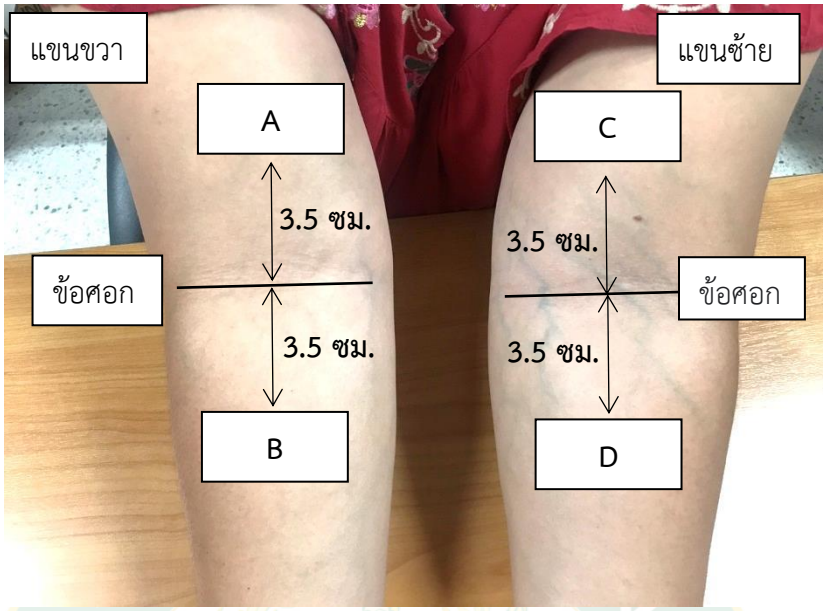
$$\text{Reduction activity (\%)} = [(M_{d0}-M_{dm}) / (M_{d0})] \times 100$$

โดย M_{d0} คือเมลานินของวันแรก และ

M_{dm} คือเมลานินของวันวัด

3.11 การทดสอบความชุ่มชื้น

ก่อนการทดสอบห้ามมิให้ใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางใด ๆ อย่างน้อย 3 วันก่อนเริ่มการทดสอบและก่อนทำการศึกษา ผู้ที่ได้รับการทดสอบจะได้พักในห้องที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50% (RH) เป็นเวลา 15 นาที (Anna Jaros, 2018) โดยการทดสอบจะทำการทาเบสครีมที่ไม่มีสารสกัดทั้งลูกเดือยและกากกาแฟบริเวณแขนข้างขวาต้นแขนด้านใน (บริเวณ A) ทำการทดสอบจะทาครีมที่มีสารสกัดลูกเดือยบริเวณแขนข้างขวาปลายแขนด้านนอก (บริเวณ B) ทดสอบทาครีมที่มีสารสกัดกากกาแฟบริเวณแขนข้างซ้ายต้นแขนด้านใน (บริเวณ C) และทำการทดสอบทาเบสครีมที่มีสารสกัดทั้งลูกเดือยและกากกาแฟบริเวณแขนข้างซ้ายปลายแขนด้านนอก (บริเวณ D) แสดงดังรูปที่รูปที่ 20 โดยทาวันละสองครั้ง เช้าและเย็นในแต่ละพื้นที่ผิวของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การศึกษาได้ดำเนินการในวันที่ 0 สำหรับค่าเริ่มต้น และสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 โดยวัดค่าความชุ่มชื้น Hydration ด้วยการใช้โพรบ Hydration ของ DermaLab® Combo



รูป 20 การทดสอบของผลิตภัณฑ์ (A) เบสครีม (B) ครีมลูกเดือย (C) ครีมกากกาแฟ และ (D) ครีมลูกเดือยและกากกาแฟ

3.12 ประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์

การประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟในอาสาสมัครจำนวน 30 ท่าน ก่อนการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟอาสาสมัครทุกท่านได้หยุดใช้ครีมหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ บริเวณที่ต้องการทดลองเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในระหว่างการทดสอบจนถึงระยะเวลาเสร็จสิ้นการทดสอบอาสาสมัครทำการสังเกตการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟในบริเวณที่ทำการทดสอบและให้อาสาสมัครประเมินและกรอกแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ โดยแบบสอบถามจะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่ 1 เป็นลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น และเนื้อของผลิตภัณฑ์ และส่วนที่ 2 เป็นส่วนของความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความพึงพอใจในเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจในความหนืดของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจในการซึมเข้าสู่ผิวของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจและการยอมรับโดยรวม และความพึงพอใจในการตัดสินใจซื้อเมื่อวางจำหน่าย จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากอาสาสมัคร นำมาวิเคราะห์ประเมินผลความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การสกัดตัวอย่าง

4.1.1 การสกัดตัวอย่างลูกเดือย

สำหรับการสกัดแบบแช่หมัก (maceration) ไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) และรีฟลักซ์ (reflux) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสภาวะการสกัด เช่น ตัวทำละลายและเวลาในการสกัด เพื่อหาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดตัวอย่างลูกเดือย โดยการสกัดแบบแช่หมัก (maceration) และรีฟลักซ์ (reflux) ใช้ตัวทำละลายที่ต่างกันสองชนิด ได้แก่ เอทานอล 95% และน้ำกลั่น สารสกัดที่ได้รับเรียกว่าสารสกัดเอทานอล (ethanolic extract) และสารสกัดน้ำ (aqueous extract) สำหรับการสกัดโดยการแช่หมัก มีเงื่อนไขที่แตกต่างกันสามแบบประกอบด้วยเวลาการสกัดเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วันในตัวทำละลายต่าง ๆ ตามที่แสดงในตารางที่ 6 ผลการศึกษาระบุว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุดคือ 9.85 ± 1.14% และค่าฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 7.01 ± 0.05 mgGAE/g จากการสกัดโดยการแช่หมักเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้เอทานอล 95% สำหรับการแบบสกัดรีฟลักซ์ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 12.08 ± 0.04% และค่าฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 7.85 ± 0.76 mgGAE/g ซึ่งได้จากการสกัดแบบรีฟลักซ์ที่ใช้เสลาในการสกัดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงโดยใช้เอทานอล 95% แสดงดังแสดงในตาราง 7 สำหรับการสกัดโดยการใช้ไมโครเวฟซึ่งได้ศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อเอทานอลที่แตกต่างกัน คือ 1:30, 1:50 และ 1:80 w/v ศึกษากำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกัน คือ 300, 400 และ 500 วัตต์ เวลาที่ใช้ในการสกัด คือ 10, 15 และ 20 นาที และความเข้มข้นของเอทานอลที่แตกต่างกัน คือ 30, 50, 80 และ 95 (%v/v) ซึ่งผลการศึกษาระบุว่าการสกัดโดยการใช้ไมโครเวฟที่อัตราส่วน 1:50 (g/ml) โดยใช้กำลังไฟฟ้าที่ 400 วัตต์ เวลา 15 นาที และใช้ความเข้มข้นของเอทานอล 80% ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 25.51 ± 0.55% และค่าฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 18.23 ± 0.50 mgGAE/g แสดงดังแสดงในตารางที่ 11

ตาราง 6 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดและฟีนอลิกรวมของสารสกัดลูกเดือยที่ได้จากวิธีการสกัดแบบแช่หมัก (maceration)

Extraction methods	Solvent	Conditions	% Extraction yield	Total phenolic contents mgGAE/g
การแช่หมัก (maceration)	น้ำ	3 วัน	4.05 ± 0.56	5.12±0.02
		5 วัน	4.68 ± 0.13	5.99±0.21
		7 วัน	5.06 ± 0.55	6.21±0.11
	เอทานอล 95%	3 วัน	5.11 ± 1.11	5.95±0.05
		5 วัน	7.01 ± 1.01	6.93±0.20
		7 วัน	9.85 ± 1.14	7.01±0.14

ตาราง 7 ผลเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดและฟีนอลิกรวมของสารสกัดลูกเดือยที่ได้จากวิธีการสกัดแบบรีฟลักซ์ (reflux)

Extraction methods	Solvent	Conditions	% Extraction yield	Total phenolic contents mgGAE/g
รีฟลักซ์ (reflux)	น้ำ	1 ชั่วโมง	4.59 ± 0.11	6.00±0.05
		2 ชั่วโมง	6.53 ± 0.05	6.51±0.10
		3 ชั่วโมง	6.21 ± 0.41	7.01±0.23
	เอทานอล 95%	1 ชั่วโมง	8.99 ± 0.23	7.10±0.12
		2 ชั่วโมง	12.08 ± 0.04	7.85±0.76
		3 ชั่วโมง	11.52 ± 0.18	7.82±0.50

ในการศึกษาการสกัดโดยการใช้ไมโครเวฟได้เริ่มการศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตที่แตกต่างกัน คือ 1:30, 1:50 และ 1:80 w/v ซึ่งจะกำหนดเวลาที่ 10 นาที กำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ และความเข้มข้นของเอทานอล 95 %v/v ผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วน 1:50 ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 20.12 ± 0.40 % แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 การศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อตัวทำละลายที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิต

อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอล(g/ml)	**1:30**	**1:50**	**1:80**
%ผลผลิต	15.03±0.14	20.12±0.40	18.11±0.20

การศึกษากำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวมโดยกำหนดสภาวะดังนี้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอล 1:50 g/ml ความเข้มข้นของเอทานอล 95 %v/v ใช้เวลาในการสกัด 10 นาที และกำลังไฟฟ้า 300, 400 และ 500 วัตต์ ผลการทดลองพบว่าที่กำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 20.13 ±0.27% และฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 15.22 ± 0.41 mgGAE/g แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 การศึกษากำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม

กำลังไฟฟ้า (W)	**300**	**400**	**500**
%ผลผลิต	18.51 ±0.10	20.13 ±0.27	16.20 ±0.05
ฟีนอลิกรวม(mgGAE/g)	14.04±0.32	15.22±0.41	13.02±0.14

การศึกษาเวลาการสกัดที่เหมาะสมต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวมโดยกำหนดสภาวะดังนี้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอล 1:50 g/ml ความเข้มข้นของเอทานอล 95 %v/v กำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ และใช้เวลาในการสกัด 10, 15 และ 20 นาที และผลการทดลองพบว่าที่เวลา 15 นาที เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 25.20 ± 0.23 % และฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 17.50 ± 0.35 mgGAE/g แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 การศึกษากำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่มีต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม

เวลา (นาที)	**10**	**15**	**20**
%ผลผลิต	20.12 ±0.52	25.20±0.23	21.18±0.44
ฟีนอลิกรวม(mgGAE/g)	15.24±0.19	17.50±0.35	16.02±0.50

การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวมโดยกำหนดสภาวะดังนี้อัตราส่วนลูกเดือยต่อเอทานอล 1:50 g/ml กำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ ใช้เวลาในการสกัด 15 นาที และใช้ความเข้มข้นของเอทานอล 30, 50, 80 และ 95 %v/v และผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้เอทานอล ที่ความเข้มข้นของ 80 %v/v ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 25.51 ± 0.65% และฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 18.23 ± 0.10 mgGAE/g แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลต่อปริมาณร้อยละผลผลิตและปริมาณฟีนอลิกรวม

ความเข้มข้นของเอทานอล (%v/v)	**30**	**50**	**80**	**95**
% ผลผลิต	17.22±0.13	18.53±0.15	25.51±0.65	25.20±0.42
ฟีนอลิกรวม(mgGAE/g)	16.10±0.02	16.27±0.05	18.23±0.10	17.54±0.28

4.1.2 การสกัดตัวอย่างกากกาแฟ

สำหรับการสกัดตัวอย่างกากกาแฟในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการสกัดโดยใช้เทคนิคการสกัด 2 เทคนิค ได้แก่ การสกัดโดยการรีฟลักซ์ (reflux) และการสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) ทั้งสองเทคนิคในงานวิจัยนี้ใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล 70% เหมือนกัน และได้ทำการศึกษาผลกระทบของสภาวะการสกัดอื่น ๆ เพื่อหาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดตัวอย่างกากกาแฟ โดยการสกัดโดยการรีฟลักซ์จะใช้อัตราส่วนของกากกาแฟกับเอทานอลที่แตกต่างกันคือ 1:20, 1:30 และ 1:40 w/v และใช้เวลาในการสกัดต่างกันคือ 0.5, 1, 1.5, 2 และ 3 ชั่วโมง ซึ่งการสกัดที่ใช้อัตราส่วน 1:40 และเวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด คือ 9.25 ± 0.11 % และฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 10.19 ± 0.20 mgGAE/g แสดงดังตารางที่ 12

สำหรับการสกัดด้วยไมโครเวฟจะใช้อัตราส่วนของกากกาแฟกับเอทานอลที่แตกต่างกันคือ 1:20, 1:30 และ 1:40 w/v และใช้กำลังไฟฟ้าในการสกัดที่ต่างกันคือ 200, 300, 400, 500 และ 600 วัตต์ และใช้เวลาในการสกัดที่ 3 นาที ผลการศึกษาพบว่าการสกัดที่ใช้อัตราส่วน 1:30 และกำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ 9.37 ± 0.41 % และฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 14.34 ± 0.55 mgGAE/g แสดงดังตารางที่ 13

ตาราง 12 ผลการสกัดกากกาแฟโดยใช้การสกัดแบบการรีฟลักซ์ (reflux)

เวลาในการสกัด (ชั่วโมง)	อัตราส่วนกากกาแฟต่อเอทานอล(g/ml)	% ผลผลิต	ฟีนอลิกรวม (mgGAE/g)
0.5	1:20	8.41±0.10	6.10±0.05
	1:30	8.84±0.11	6.40±0.11
	1:40	9.09±0.05	7.51±0.32
1	1:20	8.45±0.20	7.33±0.06
	1:30	8.89±0.41	7.95±0.76
	1:40	9.13±0.45	8.33±1.33
1.50	1:20	8.89±0.22	8.59±0.11
	1:30	8.94±0.35	9.15±0.65
	1:40	9.19±0.04	10.00±0.10
2	1:20	9.23±0.11	10.02±0.02
	1:30	9.23±0.08	10.13±0.05
	1:40	9.25±0.11	10.19±0.20
3	1:20	8.95±0.72	10.03±0.55
	1:30	8.97±0.23	10.11±0.04
	1:40	9.02±0.14	10.12±0.01

ตาราง 13 ผลการสกัดกากกาแฟโดยใช้การสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE)

อัตราส่วนกากกาแฟ ต่อ เอทานอล(g/ml)	กำลังไฟฟ้า (W)	% ผลผลิต	ฟีนอลิกรวม (mgGAE/g)
1:20	200	9.01±0.11	8.40±0.81
	300	9.04±0.04	8.99±1.20
	400	9.09±0.22	10.20±0.05
	500	9.10±0.09	9.87±0.50
	600	9.11±0.42	9.58±0.11
1:30	200	9.10±0.13	12.20±0.04
	300	9.48±0.53	13.88±0.50
	400	9.37±0.41	14.34±0.55
	500	9.32±0.23	13.87±0.90
	600	9.42±0.22	12.72±1.22
1:40	200	9.15±0.05	11.57±0.72
	300	9.21±0.14	13.13±0.50
	400	9.28±0.82	13.52±0.41
	500	9.26±0.33	13.04±0.22
	600	9.23±0.03	12.21±1.05

4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

รูป 21 ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ (รูป 22) หลังจากกำหนดสูตรเครื่องสำอางแล้วได้มีการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่า pH เนื้อสัมผัส สี ความหนืด (Pa.s) ความสม่ำเสมอ ความสามารถในการกระจายตัว ความรู้สึกบนผิว และการทดสอบการหมุนเหวี่ยงที่ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตามที่แสดงในตาราง 14 หลังจากได้มีการประเมินลักษณะทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ พบว่าเนื้อสัมผัสและความสม่ำเสมอมีความอ่อนโยน สามารถกระจายตัวได้ดีมากและมีเนื้อครีมที่อ่อนนุ่มเมื่อทาบนผิว และมีความคงตัวและไม่แยกเฟสหรือแยกชั้นเมื่อหมุนเหวี่ยง

ตาราง 14 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

pH	Viscosity (Pa.s)	Centrifugation test
5.5	6.19 ± 0.05	stable

4.3 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ

ประเมินความคงตัวของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟโดยวิธีการหมุนเหวี่ยงที่ 4,000 รอบต่อนาที 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่ามีความคงตัวและไม่แยกเฟสหรือแยกชั้น สำหรับการทดสอบความคงตัวแบบเร่งหรือประสิทธิภาพการคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ โดยการใช้อุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง หรือเรียกว่า Heating cooling cycle ซึ่งจะทำทั้งหมด 7 รอบ ผลการทดสอบความคงตัวพบว่ามีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้องซึ่งอาจเป็นผลมาจาก

ความร้อน แต่อย่างไรก็ตามค่า pH ลักษณะของเนื้อสัมผัส สีและกลิ่น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด รวมถึงมีความคงตัวและไม่แยกเฟสหรือแยกชั้น แสดงผลดังตาราง 15

ตาราง 15 การทดสอบความคงตัวของครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟหลัง 3 เดือนและหลังการทดสอบ Heating/cooling

Conditions	pH	Viscosity (Pa.s)	Colour	Texture	Feel on skin	Separation and precipitation
ค่าเริ่มต้น	5.5	6.19 ± 0.05	ขาว	อ่อนนุ่ม	เนียนนุ่ม	X
ที่อุณหภูมิห้อง	5.5	6.14 ± 0.04	ขาว	อ่อนนุ่ม	เนียนนุ่ม	X
ที่อุณหภูมิ 4°C	5.5	6.16 ± 0.06	ขาว	อ่อนนุ่ม	เนียนนุ่ม	X
ที่อุณหภูมิ 45°C	5.5	6.05 ± 0.02	ขาว	อ่อนนุ่ม	เนียนนุ่ม	X
Heating/cooling	5.5	6.18 ± 0.04	ขาว	อ่อนนุ่ม	เนียนนุ่ม	X

4.4 ผลการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง

การทดสอบทางผิวหนังสำหรับการระคายเคืองหรืออาการการแพ้จากผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ ได้ทำการทดสอบด้วย Finn chambers® โดยใช้โซเดียมลอริลซัลเฟต 1% w/v ซึ่งเป็นตัวควบคุมค่าบวก และน้ำปราศจากไอออนเป็นตัวควบคุมค่าบวก ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งหมดไม่ระคายเคือง ในขณะที่โซเดียมลอริลซัลเฟต ซึ่งใช้เป็นตัวควบคุมค่าบวก พบว่าระคายเคืองเล็กน้อย ผลการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังแสดงไว้ในตาราง 16

ตาราง 16 ผลการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในผลิตภัณฑ์ครีมต่าง ๆ

Test substances	Classification of skin irritation
เบสครีม	ไม่ระคายเคือง
ครีมที่มีส่วนผสมของลูกเดือย	ไม่ระคายเคือง
ครีมที่มีส่วนผสมของกากกาแฟ	ไม่ระคายเคือง
ครีมที่มีส่วนผสมของลูกเดือยและกากกาแฟ	ไม่ระคายเคือง
โซเดียมลอริลซัลเฟต 1% w/v (บวก)	ระคายเคืองเล็กน้อย
น้ำ DI (ลบ)	ไม่ระคายเคือง

4.5 การทดสอบความขาวของผิว

การทดสอบความขาวของผิวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งหมด 4 แบบ ที่ทำการทดสอบโดยการวัดปริมาณเมลานินโดยใช้ DermaLab® Combo (Cortex Technology, Denmark) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ ตามที่แสดงในตารางที่ 15 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าปริมาณเมลานินในผิวหนังเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ ลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่สี่ของการทดสอบ และจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดลูกเดือยและกากกาแฟมีปริมาณเมลานินในผิวหนังลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์แบบอื่น แสดงให้เห็นว่าครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมลานินได้ดี มีการลดเมลานินถึงระดับสูงสุดที่ 8.78% หลังจากการทดสอบสี่สัปดาห์ และค่า L* ใช้เพื่อระบุความกระจ่างใสของผิว หลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ พบว่าค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่ 1 จนถึงเป็นสัปดาห์ที่ 4

ตาราง 17 ปริมาณเมลานินและค่า L* หลังการใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ เป็นเวลาสี่สัปดาห์

Product	Parameter	Baseline	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
A	Melanin content (%)	46.60±0.40	45.96±0.44	45.59±0.56	45.33±0.45	45.20±0.53
	L* value	47.80±0.47	48.39±0.43	48.76±0.67	49.02±0.42	49.11±0.58
B	Melanin content (%)	46.70±0.32	45.32±0.40	44.86±0.43	44.54±0.53	44.39±0.62
	L* value	46.14±0.48	47.41±0.57	47.89±0.46	48.23±0.61	48.48±0.55
C	Melanin content (%)	46.59±0.34	45.83±0.52	45.57±0.44	45.31±0.64	44.92±0.40
	L* value	47.45±0.57	47.91±0.71	48.19±0.66	48.46±0.80	48.87±0.72
D	Melanin content (%)	46.68±0.41	45.44±0.42	43.98±0.39	42.77±0.55	42.58±0.47
	L* value	45.97±0.46	47.20±0.51	48.64±0.48	49.81±0.56	50.01±0.40

A=เบสครีม, B=ครีมลูกเดือย, C=ครีมกากกาแฟ, D=ครีมลูกเดือยและกากกาแฟ

4.6 การทดสอบความชุ่มชื้น

การทดสอบความชุ่มชื้นผิวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งหมด 4 แบบ ที่ทำการทดสอบโดยการวัดค่าความชุ่มชื้นใช้ DermaLab® Combo (Cortex Technology, Denmark) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 แบบ มีค่าความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่สี่ของการทดสอบ แสดงในตาราง 18

ตาราง 18 ผลการทดสอบความชุ่มชื้นผิวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งหมด 4 แบบ

Product	Hydration (uS)				
	Baseline	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
A	69.88±0.22	69.95±0.39	70.56±0.28	70.89±0.41	71.27±0.37
B	68.57±0.49	68.97±0.37	69.86±0.54	70.90±0.44	71.88±0.45
C	70.12±0.39	70.91±0.25	71.80±0.33	72.52±0.57	72.98±0.50
D	68.85±0.48	69.73±0.34	70.63±0.26	71.61±0.49	72.21±0.32

A=เบสครีม, B=ครีมลูกเดือย, C=ครีมกากกาแฟ, D=ครีมลูกเดือยและกากกาแฟ

4.7 ประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์

การประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ โดยแจกครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟให้อาสาสมัครจำนวน 30 ท่าน ได้ทดลองใช้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และให้อาสาสมัครประเมินและกรอกแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยอาสาสมัครมีทั้งเพศหญิงและเพศชาย มีอายุอยู่ในช่วง 20-60 ปี พบว่าจากการประเมินลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ มีความพึงพอใจในสี 92.00% มีความพึงพอใจในกลิ่น 95.33% มีความพึงพอใจในเนื้อของผลิตภัณฑ์ 95.33% และจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจ 94.00% ความหนืดของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจ 92.00% การซึมเข้าสู่ผิวของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจ 91.33% ความพึงพอใจและการยอมรับโดยรวมมีความพึงพอใจ 98.00% และการตัดสินใจซื้อเมื่อวางจำหน่าย พบว่ามีความพึงพอใจ 94.67% แสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์

ประเด็น/ด้าน	ระดับความพึงพอใจ					N	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D	เกณฑ์การประเมิน
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)					
1.ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์										
1.1 สี	20	8	2	0	0	30	4.60	92.00	0.37	ดีมาก
1.2 กลิ่น	25	3	2	0	0	30	4.77	95.33	0.31	ดีมาก
1.3 เนื้อของผลิตภัณฑ์	26	2	1	1	0	30	4.77	95.33	0.4	ดีมาก
2.ความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์										
2.1 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	24	4	1	1	0	30	4.70	94.00	0.48	ดีมาก
2.2 ความหนืดของผลิตภัณฑ์	22	5	2	1	0	30	4.60	92.00	0.57	ดีมาก
2.3 การซึมเข้าสู่ผิวของผลิตภัณฑ์	20	7	3	0	0	30	4.57	91.33	0.45	ดีมาก
2.4 ความพึงพอใจและการยอมรับโดยรวม	27	3	0	0	0	30	4.90	98.00	0.09	ดีมาก
2.5 การตัดสินใจซื้อเมื่อวางจำหน่าย	23	6	1	0	0	30	4.73	94.67	0.26	ดีมาก
รวม	187	38	12	3	0	240	4.70	94.00	0.37	ดีมาก

*5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุดหรือดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00, 4 หมายถึง ดี ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50, 3 หมายถึง ปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50, 2 หมายถึง พอใช้ ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50, 1 หมายถึง ควรปรับปรุง ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเทคนิคการสกัดลูกเดือยและกากกาแฟ ได้แก่ เทคนิคการสกัดแบบแช่หมัก (maceration), ไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) และรีฟลักซ์ (reflux) ภายใต้สภาวะต่าง ๆ เพื่อหาเทคนิคและสภาวะที่ดีที่สุดในการสกัดลูกเดือยและกากกาแฟ และผสมสารสกัดทั้งสองในสูตรครีมทาหน้า จากการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction, MAE) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด และค่าฟีนอลิกรวมสูงสุดทั้งการสกัดลูกเดือยและการสกัดกากกาแฟ แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 เทคนิคและสภาวะในการสกัดที่ดีที่สุดสำหรับการสกัดลูกเดือยและกากกาแฟที่ใช้แล้ว

Sample	Extraction methods	Solvent	Conditions	% Extraction yield	Total phenolic contents (mgGAE/g)
Job's tears	Microwave assisted extraction	80% Ethanol	1:50 (g/ml) 15 (min) 400 (W)	25.51±0.65%	18.23±0.10
Spent coffee ground	Microwave assisted extraction	70% Ethanol	1:30 (g/ml) 3 (min) 400 (W)	9.37±0.41	14.34±0.55

สารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟ มีศักยภาพในฐานะสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารประกอบฟีนอลิกที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนคุณสมบัติทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์สำหรับการใช้เครื่องสำอางและเวชสำอาง จากการตั้งตำหรับผลิตภัณฑ์ต้นแบบครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ ได้มีการทดสอบและการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่า pH เนื้อสัมผัส สี ความหนืด (Pa.s) ความสม่ำเสมอ ความสามารถในการกระจายตัว ความรู้สึกบนผิว ซึ่งครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟเนื้อสัมผัสและความสม่ำเสมอมีความอ่อนโยน สามารถกระจายตัวได้ดีมากและมีเนื้อครีมที่อ่อนนุ่มเมื่อทาบนผิว ค่า pH ลักษณะของเนื้อสัมผัส สีและกลิ่น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และมีความคงตัว

และไม่แยกเฟสหรือแยกชั้น และผลการทดสอบความระคายเคืองต่อผิวหนังพบว่าไม่มีการระคายเคืองต่อผิวหนัง

สำหรับการทดสอบความขาวของผิวของผลิตภัณฑ์ทำการทดสอบโดยการวัดปริมาณเมลานินโดยใช้ DermaLab® Combo (Cortex Technology, Denmark) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมลานินได้ดี มีการลดเมลานินถึงระดับสูงสุดที่ 8.78% หลังจากการทดสอบสี่สัปดาห์ และค่า L* ใช้เพื่อระบุความกระจ่างใสของผิวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่ 1 จนถึงเป็นสัปดาห์ที่ 4 และจากการทดสอบความชุ่มชื้นของผิวเมื่อทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าความชุ่มชื้นที่เพิ่มขึ้น สำหรับการประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาหน้าลูกเดือยและกากกาแฟ จากอาสาสมัครทั้งหมดจำนวน 30 ท่าน พบว่าจากการประเมินลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อของผลิตภัณฑ์และจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ การซึมเข้าสู่ผิวของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจและการยอมรับโดยรวม การตัดสินใจซื้อเมื่อวางจำหน่าย พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับที่ดีมาก

บรรณานุกรม

Adi, AJ และNoor, ZM. 2009. Waste recycling: Utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. **Bioresource Technology**,100(2), 1027-1030.

Anna Jaros, Malwina Zasada, Elżbieta Budzisz PhD,Renata Dębowska PhD,Monika Gębczyńska-Rzepka,Helena Rotsztejn 2018. Evaluation of selected skin parameters following the application of 5% vitamin C concentrate. **cosmetics dermatology**.

Bower, Simon. 2014. What is the difference between Arabica and Robusta coffee beans?

Bravo, Jimena, Juaniz, Isabel, Monente, Carmen, Caemmerer, Bettina, Kroh, Lothar W, De Peña, M Paz และCid, Concepción. 2012. Evaluation of spent coffee obtained from the most common coffeemakers as a source of hydrophilic bioactive compounds. **Journal of agricultural and food chemistry**,60(51), 12565-12573.

Butkhup, L. 2012. Dietary polyphenols and their biological effects. **J. Science Technology Mahasarakham University**,31(443-454.

Campos-Vega, Rocio, Loarca-Pina, Guadalupe, Vergara-Castañeda, Haydé A และOomah, B Dave. 2015. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**,45(1), 24-36.

Censi, Roberta, Vargas Peregrina, Dolores, Lacava, Giovanna, Agas, Dimitrios, Lupidi, Giulio, Sabbieti, Maria Giovanna และ Di Martino, Piera. 2018. Cosmetic Formulation Based on an Açai Extract. **Cosmetics**,5(3), 48.

chaipatpark. สรรพคุณและประโยชน์ของกาแฟโรบัสต้า.

Chang, Ju-Chun, Lai, Yu-Hsuan, Djoko, Bambang, Wu, Pei-Lin, Liu, Chii-Dong, Liu, Yi-Wen และChiou, Robin Y-Y. 2006. Biosynthesis enhancement and antioxidant and anti-inflammatory activities of peanut (Arachis hypogaea L.) arachidin-1, arachidin-3, and isopentadienylresveratrol. **Journal of agricultural and food chemistry**,54(26), 10281-10287.

Chen, Hong-Jhang, Shih, Chun-Kuang, Hsu, Hsin-Yi และChiang, Wenchang. 2010. Mast cell-dependent allergic responses are inhibited by ethanolic extract of adlay

(Coix lachryma-jobi L. var. ma-yuen Stapf) testa. **Journal of agricultural and food chemistry**,58(4), 2596-2601.

Chhabra, Divya และGupta, Rajinder K. 2015. Formulation and phytochemical evaluation of nutritional product containing Job's tears (Coix lachryma-Jobi L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**,4(3), 291.

Chiari, Bruna Galdorfini, Trovatti, Eliane, Pecoraro, Édison, Corrêa, Marcos Antonio, Cicarelli, Regina Maria Barretto, Ribeiro, Sidney José Lima และIsaac, Vera Lucia Borges. 2014. Synergistic effect of green coffee oil and synthetic sunscreen for health care application. **Industrial Crops and Products**,52(389-393.

Costin, Gertrude-E และHearing, Vincent J. 2007. Human skin pigmentation: melanocytes modulate skin color in response to stress. **The FASEB journal**,21(4), 976-994.

Cruz, Rebeca, Baptista, Paula, Cunha, Sara, Pereira, José Alberto และCasal, Susana. 2012. Carotenoids of lettuce (Lactuca sativa L.) grown on soil enriched with spent coffee grounds. **Molecules**,17(2), 1535-1547.

D'Orazio, John, Jarrett, Stuart, Amaro-Ortiz, Alexandra และScott, Timothy. 2013. UV radiation and the skin. **International journal of molecular sciences**,14(6), 12222-12248.

Działo, Magdalena, Mierziak, Justyna, Korzun, Urszula, Preisner, Marta, Szopa, Jan และ Kulma, Anna. 2016. The Potential of Plant Phenolics in Prevention and Therapy of Skin Disorders. **International Journal of Molecular Sciences**,17(2), 160.

Holmbom, Bjarne, Eckerman, Christer, Eklund, Patrik, Hemming, Jarl, Nisula, Linda, Reunanen, Markku, Sjöholm, Rainer, Sundberg, Anna, Sundberg, Kenneth และ Willför, Stefan. 2003. Knots in trees–A new rich source of lignans. **Phytochemistry Reviews**,2(3), 331-340.

Jadoon, Saima, Karim, Sabiha, Asad, Muhammad Hassham Hassan Bin, Akram, Muhammad Rouf, Kalsoom Khan, Abida, Malik, Arif, Chen, Chunye และMurtaza, Ghulam. 2015. Anti-aging potential of phytoextract loaded-pharmaceutical creams for human skin cell longetivity. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**,2015(

Kolarsick, Paul AJ, Kolarsick, Maria Ann และGoodwin, Carolyn. 2011. Anatomy and physiology of the skin. **Journal of the Dermatology Nurses' Association**,3(4),

203-213.

Kuo, Ching-Chuan, Shih, Ming-Chih, Kuo, Yueh-Hsiung และ Chiang, Wenchang. 2001. Antagonism of free-radical-induced damage of adlay seed and its antiproliferative effect in human histolytic lymphoma U937 monocytic cells. **Journal of agricultural and food chemistry**, 49(3), 1564-1570.

Lawton, S. 2019. Skin 1: the structure and functions of the skin. **Nurs. Times**, 115(30-33.

Ļihačova, Ilze. 2015. EVALUATION OF SKIN ONCOLOGIC PATHOLOGIES BY MULTISPECTRAL IMAGING METHODS.

Losso, Jack N, Bansode, Rishipal R, Trappey II, Alfred, Bawadi, Hiba A และ Truax, Robert. 2004. In vitro anti-proliferative activities of ellagic acid. **The Journal of nutritional biochemistry**, 15(11), 672-678.

Manosroi, Jiradej, Khositsuntiwong, Narinthorn และ Manosroi, Aranya. 2014. Biological activities of fructooligosaccharide (FOS)-containing Coix lachryma-jobi Linn. extract. **Journal of food science and technology**, 51(2), 341-346.

MedThai. 2014. กาแฟ สรรพคุณและประโยชน์ของกาแฟ 40 ข้อ ! (Coffee).

Morikawa, Claudio K และ Saigusa, M. 2011. Recycling coffee grounds and tea leaf wastes to improve the yield and mineral content of grains of paddy rice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 91(11), 2108-2111.

N. Tangmankongworakoon, P. Preedasuriyachai. 2016. A study on how to Utilize Coffee residue and Tea residue for the Production of Briquettes. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)**, 7(15-26.

Otsuka, Hideaki, Hirai, Yuko, Nagao, Tsuneatsu และ Yamasaki, Kazuo. 1988. Anti-inflammatory activity of benzoxazinoids from roots of Coix lachryma-jobi var. ma-yuen. **Journal of Natural Products**, 51(1), 74-79.

Park, KY, Lee, YS, Kang, CS และ YH, Lee. 2004. Tocotrienol and tocopherol content in various plant seeds. **Korean Journal of Crop Science**.

Pietta, Pier-Giorgio. 2000. Flavonoids as antioxidants. **Journal of natural products**, 63(7), 1035-1042.

Pizzi, Antonio. 2019. Tannins: Prospectives and actual industrial applications. **Biomolecules**, 9(8), 344.

Priscilla C. Veggi , Julian Martinez , M. Angela A. Meireles Fundamentals of Microwave

Extraction. 15-52.

puechkaset. ลูกเดือย สรรพคุณ และการปลูกลูกเดือย.

Rice-evans, Catherine A, Miller, Nicholas J, Bolwell, Paul G, Bramley, Peter M และ Pridham, John B. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. **Free radical research**,22(4), 375-383.

Seo, Won-Gil, Pae, Hyun-Ock, Chai, Kyu-Yun, Yun, Young-Gab, Kwon, Tae-Ho และChung, Hun-Taeg. 2000. Inhibitory effects of methanol extract of seeds of job's tears (Coix Lachryma-Jobi L Var. Ma-Yuen) on nitric oxide and superoxide production in raw 264.7 macrophages. **Immunopharmacology and immunotoxicology**,22(3), 545-554.

Solano, Francisco. 2014. Melanins: skin pigments and much more—types, structural models, biological functions, and formation routes. **New Journal of Science**,2014(

Soto, María Luisa, Falqué, Elena และDomínguez, Herminia. 2015. Relevance of natural phenolics from grape and derivative products in the formulation of cosmetics. **Cosmetics**,2(3), 259-276.

Taofiq, Oludemi, González-Paramás, Ana M, Barreiro, Maria Filomena และFerreira, Isabel CFR. 2017. Hydroxycinnamic acids and their derivatives: Cosmeceutical significance, challenges and future perspectives, a review. **Molecules**,22(2), 281.

Tatke, P และ Jaiswal, Y. 2011. An overview of microwave assisted extraction and its applications in herbal drug research. **Research journal of medicinal plant**,5(1), 21-31.

Tokimoto, Toshimitsu, Kawasaki, Naohito, Nakamura, Takeo, Akutagawa, Jyunichi และ Tanada, Seiki. 2005. Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass. **Journal of Colloid and interface Science**,281(1), 56-61.

Vermerris, Wilfred และNicholson, Ralph. (2008). Families of phenolic compounds and means of classification. In **Phenolic compound biochemistry** (pp. 1-34): Springer.

WEN-CHUN HUNG, HUI-CHIU CHANG. 2003. Methanolic Extract of Adlay Seed Suppresses COX-2

Expression of Human Lung Cancer Cells via Inhibition of Gene Transcription. **Agric. Food Chem**7333–7337

Wu, Tien-Tso, Charles, Albert Linton และHuang, Tzou-Chi. 2007. Determination of the contents of the main biochemical compounds of Adlay (Coxi lachrymal-jobi). **Food chemistry**,104(4), 1509-1515.

Yu, Fei, Gao, Jing, Zeng, Yong และLiu, Chang-Xiao. 2008. Inhibition of Coix seed extract on fatty acid synthase, a novel target for anticancer activity. **Journal of Ethnopharmacology**,119(2), 252-258.

นันทวัน บุณยะประภัศร. 2536. การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืช. ใน : ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาต. 116-129.

รัตนา อินทรานุปกรณ. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร.

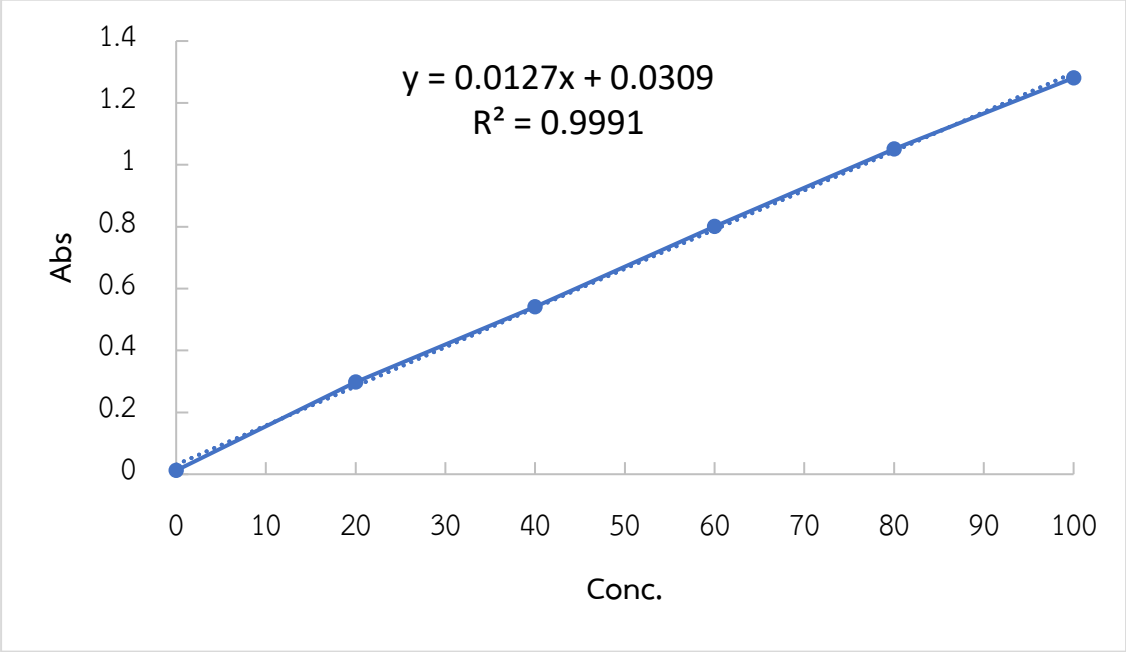
สร้อยกล่อม, ศิริวัลย์. Extraction of active compound from herb: Solvent Extraction

สลิลรัตน์ พงส์เผ่าทอง. 2549. ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกเดือยของเกษตรกร จังหวัดเลย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐาน Gallic acid (mg/l)



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ ครีมบำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากลูกเดือยและกากกาแฟ

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในข้อที่ตรงกับความเป็นจริงและในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง

2. อายุ ☐ 1) ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 2) 20 - 40 ปี ☐ 4) 41 – 60 ปี ☐ 6) 60 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์

ประเด็น/ด้าน	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1.ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์					
1.1 สี					
1.2 กลิ่น					
1.3 เนื้อของผลิตภัณฑ์					
2.ความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์					
2.1 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์					
2.2 ความหนืดของผลิตภัณฑ์					
2.3 การซึมเข้าสู่ผิวของผลิตภัณฑ์					
2.4 ความพึงพอใจและการยอมรับโดยรวม					
2.5 การตัดสินใจซื้อเมื่อวางจำหน่าย					

ตอนที่ 3 ปัญหา / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

การนำเสนองานวิจัย

Publications

1.Don-in, J., Saejung, T. and Chimsook, T. 2021. Preparation Adlay and Black Sesame Seeds Extracts Using Osmotic Dehydration and Increasing the Stability of Extracts Using Encapsulation. Key Engineering Materials, Vol. 873, pp 7-12.

2.Saejung, T., Don-in, J. and Chimsook, T. 2021. Preparation of Ethanolic Butterfly Pea Extract Using Microwave Assisted Extraction and Loaded Nanostructured Lipid Carriers: Evaluation of Antioxidant Potential for Stabilization of Fish Oil. Key Engineering Materials, Vol. 873, pp 1-5.

Proceedings

1.Don-in, J., Saejung, T. and Chimsook, T. 2018. Antioxidant activity, total phenolic contents and cytotoxicity of Coix lacryma-jobi extracts from different extraction methods. Proceeding of The 2nd Maejo-Engineo International Conference on Renewable Energy (MEICRE 2018). (pp. 116-126). Chiang Mai: Maejo University.

2.Don-in, J. and Chimsook, T. 2019. Antioxidant Activity, Total Phenolic Contents, Total Flavonoid Contents and Cytotoxicity of Spent Coffee Ground Extracts from Different Extraction Methods. Proceeding of The 10th International Science, Social science, Engineering and Energy Conference. Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Thailand.

3.Saejung, T., Don-in, J. and Chimsook, T. 2018. Bioactivity of Clitoria Ternatea Extract from Different Extraction Methods. Proceeding of The 2 nd Maejo-Engineo International Conference on Renewable Energy (MEICRE 2018). (pp. 107-115). Chiang Mai: Maejo University.

4.Saejung, T. and Chimsook, T. 2019. Preparation of Garlic Extract Containing Allicin using different Extraction Methods. Proceeding of The 10 th International

Science, Social science, Engineering and Energy Conference. Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Thailand.

Oral Presentations

1. Don-in, J., Saejung, T. and Chimsook, T. 2018. Antioxidant activity, total phenolic contents and cytotoxicity of Coix lacryma-jobi extracts from different extraction methods. The 2nd Maejo-Engineo International Conference on Renewable Energy (MEICRE 2018). December 14th-15th, 2018. International Education and Training Center, Maejo University, Chiang Mai, Thailand.

Innovation competitions

1.เข้าร่วมการแข่งขัน แผนความเป็นไปได้ทางธุรกิจ ภายใต้โครงการการเตรียมความพร้อมผู้ประกอบการนักศึกษา “เส้นทางสู่นวัตวาณิชย์” (Research to market : R2M) ครั้งที่ 9 ได้รางวัลชนะเลิศระดับมหาวิทยาลัย ไปแข็งขันในระดับภูมิภาค (ภาคเหนือ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	จุลินต์ตา ดรอินทร์
เกิดเมื่อ	30 สิงหาคม 2535
ประวัติการศึกษา	-จบการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนชุมชนบ้านใต้ ปี พุทธศักราช 2548 -จบการศึกษาระดับมัธยมจากโรงเรียนเกาะพะงันศึกษา ปี พุทธศักราช 2554 -จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พุทธศักราช 2561
ประวัติการทำงาน	-2560 ธุรการโครงการพัฒนาชุมชนป่าต้นน้ำต้นแบบเพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ (ดิน น้ำ ป่า ปัญญาและอาชีพ) -2561 ธุรการโครงการการเรียนรู้เพื่อการมีชีวิตที่ดีงาม (Education for life project) -2564 ครูผู้ช่วยศูนย์คุมองพรอมเมนาดา เชียงใหม่