มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุน (ว.1)

ประจำปีงบประมาณ.....2562.......

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางธรรมชาติจากทรัพยากรพืชในป่าเต็งรังพื้นที่ มจธ. ราชบุรี

Development of Natural Cosmeceutical Products from Plant Resources in Dry Dipterocarp Forest at KMUTT, Ratchaburi Campus

คณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. พรพรรณ สิระมนต์ หัวหน้าโครงการ

สังกัด ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มจธ. ราชบุรี

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. วิชาญ เอียดทอง ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. ธิติมา วงษ์ชีรี ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจธ. บางมด

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. รัตติยา แววนุกูล ผู้ร่วมโครงการ

สังกัด คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มจธ. บางขุนเทียน

เดือน....ธันวาคม.....พ.ศ....2563.......

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจ และรวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพรจำนวน 9 ชนิด จากป่าเต็งรังภายในรัศมี 50 กิโลเมตร รอบ มจธ. ราชบุรี เพื่อคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพจำนวน 5 ชนิด สำหรับสกัดใช้เป็นสารสำคัญในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอาง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ในการศึกษาเพื่อคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพนั้น จะเริ่มจากการสกัดตัวอย่างโดยวิธีการแช่ด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นต่างๆ เพื่อหาความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่างพืชแต่ละชนิด โดยเลือกใช้ความเข้มข้นของเอทานอลที่ 3 ระดับ คือ 50% 70% และ 95% (v/v) และทำการสกัดตัวอย่างที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วจึงตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ที่สกัดได้จากสภาวะต่างๆ จากนั้นจึงทำการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่ได้โดยวิธี DPPH และ ABTS และเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT) และ Alpha-tocopherol (Vitamin E) จากผลการศึกษาพบว่า การสกัดตัวอย่างพืชจำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ กระทือ (เหง้า) ต้นสามสิบ (ราก) เปราะหอม (เหง้า) ว่านนางคำ (เหง้า) ขมิ้นอ้อย (เหง้า) ปอเต่าไห้ (ใบ, เปลือกลำต้น) และน้อยหน่า (ใบ) โดยใช้ตัวทำละลาย 50% (v/v) เอทานอล สามารถให้ผลผลิตสารสกัด และปริมาณฟีนอลิกที่สกัดได้สูงสุด ส่วน 70% (v/v) เอทานอล เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดหญ้าพังโหม (ใบ) และต้นหมี่ (ใบ) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่สกัดได้จากตัวทำละลายที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด พบว่าสารสกัดตัวอย่างทั้งหมดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐาน BHT และ Vitamin E จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้จากพืชแต่ละชนิด สามารถคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพสำหรับนำมาผลิตสารออกฤทธิ์ทางเวชสำอางได้จำนวน 5 ชนิด คือ ว่านนางคำ (เหง้า) หญ้าพังโหม (ใบ) ต้นหมี่ (ใบ) ปอเต่าไห้ (ใบ) และน้อยหน่า (ใบ) จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสารสกัดหยาบที่ได้จากพืชแต่ละชนิดด้วยเครื่อง Liquid Chromatography - Mass Spectrometer (LC-MS) แล้วจึงนำสารสกัดที่ได้ (สารสกัดเหง้าว่านนางคำ และสารสกัดใบหมี่) มาทำการพัฒนาสูตรเป็นผลิตภัณฑ์ใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แก่ (1) เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (2) แชมพู และ (3) ครีมนวดผม ผสมสารสกัดใบหมี่ และเมื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่า ผลิตภัณฑ์ทุกตัวผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ว่านนางคำ ป่าเต็งรัง ครีมนวดผม แชมพู ต้นหมี่ องค์ประกอบหลัก สารประกอบฟีนอลิก ราชบุรี เจลอาบน้ำ

ABSTRACT

On this research, 9 plant samples were collected from dry dipterocarp forest, 50 km radiant area around KMUTT Ratchaburi campus. Focus on searching for the potential plants and the optimal extraction methods to produce the extracts used as active ingredients in skin care and hair products. The preliminary research conducted to screen the potential plant samples based on the extracts that gave high of both phenolic contents and antioxidant activities which are considered to be attributes of potential cosmetic efficacy plants. In the extraction study, the plant samples were soaked with 3 different concentrations of ethanol [50% (v/v), 70% (v/v) and 95% (v/v)] at 30 °C for 72 hours to determine the most effective solvent concentration for extraction of each plant sample. Total phenolic contents of crude extracts from each extraction condition were evaluated by folin-ciocalteu colorimetric method. Furthermore, the antioxidant activities of crude extracts from the optimal extraction condition were further investigated by comparing the two most common radical scavenging assays namely, the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS). The results found that the crude extracts exhibited a medium to low antioxidant activities comparing to the commercial chemical, Butylated hydroxytoluene (BHT) and Alpha-tocopherol (Vitamin E). From the results of total phenolic contents and antioxidant activity tests, It was concluded that 5 potential samples which gave both high phenolic contents and antioxidant activity were: *Curcuma aromatica* (rhizome), *Paederia pilifera Hook. f.* (leaves), *Litsea glutinosa* (leaves), *Enkleia siamensis* (leaves) and *Annona squamosa* (leaves). The major constituents of crude extracts from each plant samples were determined by Liquid Chromatography Mass - Spectrometer (LC-MS). The crude extracts from *C. aromatica* (rhizome) and *L. glutinosa* (leaves) were further used as active ingredients for formulating skin care and hair products. Three products were developed namely, (1) *C. aromatica* shower gel (2) *L. glutinosa* hair shampoo and (3) *L. glutinosa* hair conditioner. Finally, the products were tested according to Thai SMEs standard (herbal cosmetics) and the result showed that all products have passed all testing standards.

Keywords: Antioxidant activity, *Curcuma aromatic*, Dry dipterocarp forest, Hair conditioner, Hair shampoo, *Litsea glutinosa*, Major constituents, Phenolic compounds, Ratchaburi, Shower gel

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งเป็นทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุนที่ได้รับการจัดสรรจากรัฐ และขอขอบคุณศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี (มจธ. ราชบุรี) ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่ และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัย

4 ธันวาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ทฤษฎี / แนวความคิดที่ในการทำวิจัย	3
วิธีดำเนินการวิจัย	14
ผลการวิจัย	18
สรุปและเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง	51

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปรายชื่อพืชที่ได้ทำการรวบรวมเพื่อศึกษา 20

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบที่ได้โดยวิธีการแช่ตัวอย่างในตัวทำละลาย 22

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบที่ได้โดยวิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 23

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบโดยวิธี Soxhlet 25

ตารางที่ 5 แสดงผลการสกัดตัวอย่างพืชที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมจากการสกัด 3 วิธี 26

ตารางที่ 6 แสดงสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชแต่ละชนิด 27

ตารางที่ 7 สรุปองค์ประกอบหลักที่พบในสารสกัดหยาบของพืชแต่ละชนิด 36

ตารางที่ 8 แสดงค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimal Bactericidal Concentration (MBC) (μg/ml) ของตัวอย่างสารสกัด 37

ตารางที่ 9 แสดงสูตรเจลอาบน้ำพื้นฐาน 38

ตารางที่ 10 แสดงสูตรเจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ 40

ตารางที่ 11 แสดงสูตรแชมพูพื้นฐาน 42

ตารางที่ 12 แสดงสูตรแชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ 44

ตารางที่ 13 แสดงสูตรครีมนวดผมพื้นฐาน 46

ตารางที่ 14 แสดงสูตรครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ 48

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การลงพื้นที่สำรวจ และประเมินศักยภาพพืชในป่าเต็งรังร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ	18
ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างพืช	19
ภาพที่ 3 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบว่านนางคำ (เหง้า)	29
ภาพที่ 4 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบหญ้าพังโหม (ใบ)	31
ภาพที่ 5 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบต้นหมี่ (ใบ)	32
ภาพที่ 6 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบปอเต่าไห้ (ใบ)	34
ภาพที่ 7 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบน้อยหน่า (ใบ)	35
ภาพที่ 8 แสดงสีของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (ในตัวทำละลายเอทานอล) ที่ความเข้มข้นต่างๆ	39
ภาพที่ 9 แสดงสีของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้นที่ 0.5 และ 1%	39
ภาพที่ 10 แสดงภาพผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำขนาด 180 ml	41
ภาพที่ 11 แสดงสีของผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้นต่างๆ	43
ภาพที่ 12 แสดงภาพผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ขนาด 180 ml	44
ภาพที่ 13 แสดงสีครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้นต่างๆ	47
ภาพที่ 14 แสดงลักษณะครีมนวดผมก่อนใส่สารสกัดใบหมี่ ขณะกำลังใส่สารสกัดใบหมี่ และครีมนวดผมเมื่อผสมสารสกัดใบหมี่	47
ภาพที่ 15 แสดงภาพผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ขนาด 180 ml และ 100 ml	48

บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เวชสำอาง (cosmeceuticals) ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคในวงกว้าง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่รวมคุณสมบัติของเครื่องสำอาง (cosmetics) และยา (phamaceuticals) ไว้ด้วยกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใหม่ของวงการอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และมีความต้องการสูงในตลาดโลก โดยเวชสำอางเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถออกฤทธิ์หรือทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดกว่าเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ที่จัดเป็นเวชสำอางจะไม่เน้นเรื่องการเสริมความงาม แต่จะให้ความสำคัญในเรื่องของประสิทธิภาพในการรักษาปัญหาเฉพาะจุด (ธนภร, 2552) ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศให้ความสนใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เวชสำอางกันมากขึ้น ทำให้กลุ่มผลิตภัณฑ์นี้มีแนวโน้มการเติบโตอย่างรวดเร็ว ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2547) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์เวชสำอางมีการเติบโตถึง 30% และมีมูลค่ากว่า 2,000 ล้านบาท โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เวชสำอางธรรมชาติ (natural cosmeceuticals) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีส่วนผสมของสารสังเคราะห์ ไม่มีการใช้วัตถุดิบที่ปนเปื้อนหรือตัดแต่งพันธุกรรม รวมทั้งไม่มีการใช้สัตว์ทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพและอาการแพ้ที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ สำหรับประเทศไทยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เวชสำอางนั้นมีความน่าสนใจและมีทิศทางอนาคตที่สดใสเนื่องจากประเทศไทยมีความได้เปรียบในแง่ของความหลากหลาย และความอุดมสมบูรณ์ของวัตถุดิบประเภทพืชสมุนไพรที่สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอางชนิดต่างๆ ได้ ซึ่งการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เวชสำอางนั้นมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้นั้นได้รับการยอมรับในระดับสากล (อัศวชัย และคณะ, 2553)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) พื้นที่การศึกษาราชบุรี ตั้งอยู่ในตำบลรางบัว อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี นั้นอยู่บนพื้นที่สวนป่าเต็งรังเดิมครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 21 ไร่ และบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยก็แวดล้อมไปด้วยระบบนิเวศของป่าเต็งรัง ซึ่ง มจธ. ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ทำการสำรวจทรัพยากรพืชในป่าเต็งรังบริเวณพื้นที่โดยรอบ มจธ. ราชบุรี พบว่ามีพืชหลายชนิดที่กลุ่มชนพื้นบ้านได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการสมานแผล การรักษา และบำรุงผิวพรรณหรือเส้นผม ดังเช่น กระพังโหม ต้นสามสิบ ขมิ้นต้น เปราะหอม ว่านนางคำ หมีเหม็น มะหาด เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติของพืชสมุนไพรเหล่านี้เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอาง รวมทั้งจะเป็นการสร้างประโยชน์ได้อย่างมากเมื่อมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีจากงานวิจัยนี้แก่ชุมชนในพื้นที่โดยรอบ

สำหรับงานวิจัยนี้ทางคณะผู้วิจัยจะทำการสำรวจ และรวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพรจากป่าเต็งรังภายในรัศมี 50 กิโลเมตร รอบ มจธ. ราชบุรี และคัดเลือกตัวอย่างพืชที่มีศักยภาพจำนวน 5 ชนิด เพื่อทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชตัวอย่าง รวมทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในสารสกัดที่ได้ และทำการแยกสารออกฤทธิ์จากพืชตัวอย่างเพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอาง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสนองพระราชดำริ อพ.สธ.
2. เพื่อพัฒนาพืชสมุนไพรเฉพาะถิ่นในป่าเต็งรังพื้นที่ มจธ. ราชบุรี ที่มีศักยภาพจำนวน 5 ชนิด ในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางเวชสำอาง และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มดูแลผิวพรรณ และกลุ่มดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านตามมาตรฐาน มอก. เอส / มาตรฐาน มผช.
3. เพื่อทราบองค์ประกอบหลักในสารสกัดที่ได้จากพืชแต่ละชนิด
4. เพื่อทราบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดที่ได้สำหรับการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่ม
5. เพื่อให้ได้องค์ความรู้ และเทคโนโลยีการผลิตสารออกฤทธิ์ รวมถึงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากพืชสมุนไพรท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพ

ทฤษฎี / แนวความคิดที่ในการทำวิจัย

ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) พบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งทางภาคตะวันตกของประเทศบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ป่าชนิดนี้จะพบได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าชนิดอื่นๆ (สำนักงานหอพรรณไม้ฯ, 2552) และพบว่ากลุ่มชนพื้นบ้านมีความผูกพันกับป่าในการดำรงชีวิตอย่างมาก ก่อเกิดภูมิปัญญาต่างๆ ที่สืบทอดจากบรรพบุรุษในการใช้ประโยชน์จากป่าในการดำรงชีวิตประจำวัน จิตรวนาและคณะ (2555) ทำการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชุมชนบ้านบ่อหวี อำเภอสวนผึ้ง จ.ราชบุรี พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากพืชจำนวน 221 ชนิด โดยใช้ประโยชน์ในแง่ของพืชสมุนไพรมากที่สุดจำนวน 136 ชนิด รองลงมาคือ พืชอาหาร 90 ชนิด และเครื่องสำอางจำนวน 6 ชนิด ใน 4 วงศ์ ได้แก่ Mimosaceae Rutaceae Annonaceae และ Cucubitaceae

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) พื้นที่การศึกษาราชบุรี ตั้งอยู่ในตำบลรางบัว อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี นั้นอยู่บนพื้นที่สวนป่าเต็งรังเดิมครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 21 ไร่ และบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยก็แวดล้อมไปด้วยระบบนิเวศของป่าเต็งรัง ซึ่ง มจธ. ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ทำการสำรวจทรัพยากรพืชในป่าเต็งรังบริเวณพื้นที่โดยรอบ มจธ. ราชบุรี ซึ่งมีรายงานการใช้ประโยชน์จากภูมิปัญญาชาวบ้านของพืชที่น่าสนใจในการใช้เพื่อสมานแผล การรักษาและบำรุงผิวพรรณ หรือเส้นผม ซึ่งแบ่งเป็นได้ดังนี้

(1) กลุ่มพืชสมุนไพรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการรักษา และบำรุงผิวพรรณ ได้แก่
- เปราะป่า [*Kaempferia roscoeana* Wall.] : เป็นพืชไม้ล้มลุกในวงศ์ Zingiberaceae (วงศ์เดียวกับ ขิง ข่า กระทือ และไพล แต่ต่างสกุลกัน) มีรายงานการใช้ประโยชน์ของเหง้าจากพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- กระพังโหม [*Paederia foetida* Linn.] : เป็นพืชไม้เถาเลื้อยในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากทุกส่วนของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- เครือหมาน้อย [*Cissampelos pareira*] : เป็นพืชไม้เถาเลื้อยในวงศ์ Menispermaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากราก และใบของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- ต้นสามสิบ [*Asparagus racemosus* Willd.] : เป็นพืชไม้เถาเลื้อยในวงศ์ Asparagaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากรากของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- กระแจะ [*Naringi crenulata* (Roxb.) Nicolson] : เป็นไม้พุ่มกึ่งยืนต้นในวงศ์ Rutaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากทุกส่วนของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- ขมิ้นต้น [*Metadina trichotoma (*Zoll. ex Merr.) Bakh. F.] : เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากแก่นไม้ของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ
- มะหาด [*Artocarpus lakoocha*] : เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Moraceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากแก่นไม้ของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงผิวพรรณ

(2) กลุ่มพืชสมุนไพรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการรักษา และบำรุงเส้นผม ได้แก่

- เคด [*Catunaregum spathulifolia* Tirveng.] : เป็นไม้พุ่มในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากผลของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงเส้นผม
- มะเค็ด [*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.] : เป็นไม้พุ่มในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากผลของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงเส้นผม
- ยอดิน [*Morinda angustifolia*] : เป็นไม้พุ่มในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากใบของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงเส้นผม
- ยอป่า [*Morinda coreia* Ham.] : เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Rubiaceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากใบของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงเส้นผม
- ต้นหมี่ [*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Rob.] : เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Lauraceae มีรายงานการใช้ประโยชน์จากใบของพืชชนิดนี้ในการรักษา และบำรุงเส้นผม

งานวิจัยนี้ทางคณะผู้วิจัยจะทำการสำรวจ และคัดเลือกตัวอย่างพืชสมุนไพรจากกลุ่มพืชที่ระบุข้างต้นจากป่าเต็งรังในรัศมี 50 กิโลเมตร รอบ มจธ. ราชบุรี โดยทำการศึกษา และประเมินศักยภาพของพืชเหล่านี้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านพืชในป่าเต็งรัง และทำการคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพจำนวน 5 ชนิด สำหรับนำมาสกัดผลิตสารออกฤทธิ์เพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอาง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แก่ (1) เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (2) แชมพู และ (3) ครีมนวดผม ผสมสารสกัดใบหมี่ แล้วทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส**)** และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ

สบู่เหลว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แทนสบู่อัดก้อนสำหรับผู้ที่มีผิวที่ไวต่อสบู่ มีลักษณะเป็นของเหลวซึ่งเกิดฟองคล้ายสบู่จึงเรียกว่าสบู่เหลว ซึ่งความเป็นจริงแล้วสารชำระล้างในสูตรไม่ใช่สบู่ แต่เป็นสารชำระล้างสังเคราะห์ซึ่งมีข้อดีกว่าสบู่ในแง่ของคุณสมบัติต่อผิว สบู่เหลวมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแชมพูเหลวมาก ส่วนประกอบหลักในสูตรและเทคนิคการผลิตไม่ต่างกัน จะต่างกันตรงที่การเลือกใช้ชนิดของสารชำระล้าง และสารอิมอลเลียนต์ซึ่งควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับผิวมากกว่าชนิดที่เหมาะสมกับเส้นผม สบู่เหลวอาจใช้ทำความสะอาดบริเวณต่างๆ ของร่างกายไม่เฉพาะสำหรับการอาบน้ำเท่านั้น อาจมีการเติมสารฆ่าเชื้อโรคหรือสารสกัดจากพืชหรือน้ำมันหอมระเหยบางชนิดลงไปด้วยเพื่อเสริมคุณสมบัติที่ต้องการบางประการ

ปัจจุบันสบู่เหลวเป็นที่นิยมในการอาบน้ำเนื่องจากการใช้ที่สะดวก แต่งกลิ่นหอมได้มากมาย เติมสารออกฤทธิ์ได้ตามต้องการ และผลิตง่ายกว่าสบู่อัดก้อน องค์ประกอบและวิธีการผลิตคล้ายกับแชมพูเหลว สารชำระล้างนิยมใช้ชนิดที่เป็นประจุลบเพราะราคาถูก ฟองมาก ส่วนของสารเสริมในผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างจากแชมพูเหลวมากนัก อาจมีการเติมสารสกัดจากพืชลงไปเพื่อผลบางประการ เช่น ฆ่าเชื้อโรค ลดการอักเสบ ฝาดสมานผิว เป็นต้น สบู่เหลวอาจมีการเรียกชื่อได้มากมาย เช่น liquid soap, shower gel, shower cream หรือ body shampoo เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่จดเป็น shower baths ทั้งสิ้น คือใช้สำหรับการอาบน้ำด้วยฝักบัวหรือการตักอาบ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เน้นที่คุณสมบัติในการทำความสะอาดร่างกาย ซึ่งมีความข้นมากกว่าแชมพูเหลวเพราะใช้กับร่างกายที่มีบริเวณกว้าง ทำให้ผิวนุ่มต่อการสัมผัสและชุ่มชื้น แต่การเกิดฟองจะน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า foam bath หรือ bubble bath สำหรับการใช้ในอ่างอาบน้ำ (พิมพร, 2544)

จากการศึกษาของ วรนุช (2548) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกายที่มีส่วนผสมของสมุนไพรธรรมชาติ เป็นทางเลือกที่ปลอดภัยกับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์จากสารเคมี ทั้งยังช่วยลดอาการแพ้ และผลร้ายที่อาจเกิดกับผิวผู้บริโภคได้ เนื่องจากผู้บริโภคจำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกายเป็นประจำทุกวัน และเนื่องด้วยผู้บริโภคยังคงมีความนิยมและทัศนคติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสมุนไพร จึงส่งผลให้ตลาดของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีมูลค่าสูงและมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง

ว่านนางคำเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณในด้านการบำรุงผิว และจากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากว่านนางคำมีประสิทธิภาพในยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบางชนิด และต้านอนุมูลอิสระที่ดี ดังนั้นจึงได้นำสารสกัดจากว่านนางคำมาใช้เป็นสารเสริมในผลิตภัณฑ์สบู่เหลว นอกจากคุณสมบัติข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว ยังพบว่าสารสกัดจากว่านนางคำช่วยในการแต่งสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการลดการใช้สารเคมีในส่วนผสมลงได้อีกด้วย

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 14-2561): สบู่เหลวผสมสมุนไพร

จากนิยามของมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส สบู่เหลวผสมสารสกัดสมุนไพร (มอก. เอส 14-2561) เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำจัดอยู่ในประเภทสบู่เหลวผสมสมุนไพร หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิว ใช้กับร่างกายเพื่อขจัดสิ่งสกปรกออกจากผิวหนัง ผสมสารสกัดจากสมุนไพรต่างๆ เช่น สารสกัดจากว่านหางจระเข้ สารสกัดจากชาเขียว สารสกัดจากส้ม เป็นต้น สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอางที่มีผลใช้บังคับ สารสกัดจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสบู่เหลวต้องเป็นไปตามที่จดแจ้งกับสำนักกรรมการอาหารและยา และได้ดำเนินการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบที่ใช้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการดม

2. การระคายเคืองต่อผิวหนัง

ดัชนีการระคายเคืองเบื้องต้น (primary irritation index, PII) ต่อผิวหนัง ต้องไม่เกิน 1 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2 มอก. เอส 14-2561

3. สารปนเปื้อน

- ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- สารหนู (คำนวณเป็น As_2O_3) ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ปรอท ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- แคดเมียม ต้องไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ใช้อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ อินดักทีฟคัพเพิลพลาสม่า หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. จุลินทรีย์

- จำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ ต้องไม่เกิน 1000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- *Pseudomonas aeruginosa* ต้องไม่พบ
- *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบ
- *Candida albicans* ต้องไม่พบ
- *Clostridium spp.* ต้องไม่พบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO หรือ BAM (U.S.FDA) หรือ USP หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทแชมพู

แชมพู คือ ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปของเหลว ของแข็ง หรือผง ซึ่งเมื่อใช้ตามที่ระบุบนฉลาก สามารถชำระล้างคราบไข ฝุ่นละออง เหงื่อไคล และสิ่งสกปรกออกจากเส้นผมและหนังศีรษะได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ซึ่งคุณสมบัติของแชมพูที่ดีมีลักษณะดังนี้

- สามารถทำความสะอาดเส้นผม และหนังศีรษะได้อย่างหมดจด
- เมื่อใช้สระผมไม่ทำให้เส้นผมเหนียว หวียาก เส้นผมหลังสระจะต้องลื่น อ่อนนุ่ม เป็นประกายแวววาว หรือยืดหยุ่นตัวได้ดี
- ไม่ทำลายไขมันตามธรรมชาติของเส้นผม ไม่ทำให้ผมแห้งกรอบ หรือหนังศีรษะแห้งจนเกินไป
- เกิดฟองปริมาณมาก และสม่ำเสมอ ฟองคงทนบนผมแม้ในขณะที่มีน้ำมันหรือสิ่งสกปรกมาก
- ล้างออกได้ง่ายโดยน้ำธรรมดา และน้ำกระด้าง
- ไม่ทำให้เกิดการแพ้หรือระคายเคือง หรือผิวหนังอักเสบ หรือทำให้ผมร่วง
- ไม่ทำให้แสบตา หรืออันตรายต่อเยื่อตา
- มีกลิ่นหอม ซึ่งไม่ก่อความระคายเคือง
- มีความคงตัวดี สี กลิ่น และความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง แม้เมื่อถูกแสง หรืออุณหภูมิสูง

แชมพู สามารถจำแนกประเภทได้เป็น

การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ:

1. แชมพูลักษณะเหลว เป็นแชมพูที่นิยมใช้ และแพร่หลายมากที่สุด มีลักษณะเป็นของเหลวโปร่งแสง มีความหนืดพอสมควร ได้แก่ แชมพูเหลวใส โลชั่นแชมพู แชมพูไข่ แชมพูประกายมุก
2. แชมพูลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว ได้แก่
   2.1 แชมพูครีม มีลักษณะเป็นครีมกึ่งแข็ง มีความหนืด และทึบแสงสูง
   2.2 แชมพูเจล มีความเข้มข้นและเหนียวกว่าแชมพูชนิดเหลว มีลักษณะใสเป็นเนื้อเดียวกัน
   2.3 แชมพูชนิดฟอง มีลักษณะเป็นโฟม
3. แชมพูลักษณะแข็ง ได้แก่
   3.1 แชมพูผง และเม็ด มีลักษณะเป็นผงหยาบ เม็ดเล็ก เหมือนผงซักฟอก
   3.2 แชมพูชนิดก้อน

การจำแนกตามลักษณะการใช้งาน:

1. แชมพูสระผมทั่วไปจำแนกเป็น แชมพูสำหรับผมธรรมดา ผมมัน และผมแห้ง
2. แชมพูสำหรับเด็ก
3. แชมพูขจัดรังแค
4. แชมพูปรับสภาพเส้นผม
5. แชมพูย้อมสีผม

การจำแนกตามการตลาด:

1. แชมพูทั่วไป
2. แชมพูผสมสารปรับสภาพเส้นผม
3. แชมพูเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น แชมพูขจัดรังแค
4. แชมพูสำหรับเด็ก

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์แชมพู

1. ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ สารชำระล้าง (detergent) หรือสารลดแรงตึงผิว (surfactants) ทำหน้าที่ทำความสะอาดเส้นผมและหนังศีรษะ ความเข้มข้นอยู่ในช่วงประมาณ 12-25% ขึ้นกับชนิดของแชมพู สารชำระล้างมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการชำระล้างเส้นผมได้ดีหรือไม่แตกต่างกันไป ไม่มีสารใดที่มีคุณสมบัติสมบูรณ์ตามคุณสมบัติแชมพูที่ดีทั้งหมด ดังนั้นในสูตรแชมพูอาจจะประกอบด้วยสารชำระล้างหลายชนิดรวมกัน สารชำระล้างที่ใช้แบ่งออกเป็นกลุ่ม ได้แก่

   1.1 สารชำระล้างชนิดประจุลบ (anionic surfactants) มีคุณสมบัติที่ทำความสะอาดได้ดี เกิดฟองเร็วและปริมาณฟองมาก ราคาถูก จึงนิยมใช้เป็นสารหลักในแชมพู แต่มีข้อเสียบางประการ เช่น ทำให้เส้นผมมีสภาพประจุลบ หวีเข้าทรงได้ยาก หรือบางชนิดทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นต้น จึงมีการใช้สารชำระล้างตัวอื่นมาผสมเป็นสารเสริมคุณสมบัติที่ขาดไป สารชำระล้างที่เป็นประจุลบได้แก่ lauryl sulfates, laureth sulfates, sarcosines, sulfosuddinates

   1.2 สารชำระล้างชนิดประจุบวก (cationic surfactants) สารกลุ่มนี้มีอำนาจในการชำระล้างและเกิดฟองน้อยกว่าชนิดประจุลบ มีข้อเสียคือ เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อตา จึงควรใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำมาก (ไม่เกินร้อยละ 5) ราคาแพง นอกจากนี้อาจทำให้สิ่งสกปรกเกาะอีกในขณะสระจึงไม่นิยมใช้เป็นสารหลักในแชมพู จะใช้เป็นสารปรับสภาพเส้นผมมิให้มีประลบมากเกินไป ทำให้เส้นผมหวีง่าย สารที่นิยมใช้ได้แก่

   - Cationic cellulose ether derivative (Polyquaternium-10, Quaternium-19) Polymer®
   - Cetyl trimethyl ammonium chloride (Cetrimonium chloride)
   - PEG-15-tallow polyamine

   1.3 สารชำระล้างชนิดไม่มีประจุ (nonionic surfactants) มีอำนาจในการชำระล้างดี เหมาะที่จะเป็นสารหลักในแชมพูได้ แต่ให้ฟองไม่มากเท่าที่ควร จึงอาจใช้เป็นสารเสริมร่วมกับสารชำระล้างชนิดประจุลบ ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ได้แก่

   - Polyoxyethylene fatty alcohols
   - Polyoxyethylene sorbitol esteers เช่น polysorbate 20

   สารกลุ่มนี้อาจใช้เป็นสารชำระล้างในแชมพูเด็ก เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เป็นสารที่มีความอ่อนโยนมาก

   1.4 สารชำระล้างชนิดมีสองประจุ (amphoteric surfactants) เป็นสารที่มีทั้งประจุบวกและลบในโมเลกุลเดียวกัน การแสดงประจุบวกหรือลบขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยจะเป็นลบในสารละลายด่าง และเป็นบวกในสารละลายกรด กลุ่มของสารเคมีที่จัดอยู่ในสารชำระล้างประเภทนี้ได้แก่ betaines, sultaines และอนุพันธ์ของ imidazolinium ที่นิยมใช้ ได้แก่

   - Cocamidopropyl betaine
   - Sodium lauraminopropionate

สารทั้งสองนี้นิยมใช้ในแชมพูเด็กเนื่องจากไม่ระคายเคืองต่อตา สารชำระล้างในกลุ่มนี้จะให้ฟองปานกลางและทำให้ผมจัดทรงได้ง่าย จึงเหมาะเป็นสารชำระล้างสำหรับผมที่เสียหรือผมที่มีขนาดเส้นเล็ก

2. ส่วนประกอบที่อาจผสมเพิ่มเติม หรือสารเสริมผลิตภัณฑ์ ได้แก่
   2.1 สารปรับสภาพเส้นผม (conditioning agent) เป็นสารปรับสภาพเส้นผมให้นิ่ม เป็นเงางาม ไม่หยาบแห้ง เพราะการใช้สารชำระล้างที่แรงทำให้เส้นผมขาดไขมัน เปราะ และหวีเข้าทรงยาก ทำหน้าที่ของสารกลุ่มนี้คือ เคลือบเงาแก่เส้นผมและทำให้นุ่ม ไม่หยาบแห้ง ป้องกันการพันกันของเส้นผมจากการหวี ลดการเกิดไฟฟ้าสถิตที่จะทำให้ผมชี้ฟู เช่น lanolin, fatty acid, collagen, coconut oil, cationic polymers, phosphate esters สารชำระล้างประจุบวก ไข่แดง ผงไข่แห้ง น้ำผึ้ง เป็นต้น
   2.2 สารเพิ่มฟอง (foam building) เป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดฟองขนาดเล็กที่ละเอียด และหนาแน่น มีปริมาณฟองมาก และเป็นฟองที่คุณภาพดี นุ่มนวล และคงทนอยู่ได้นาน ทำให้เกิดความรู้สึกดีในขณะที่ใช้แชมพู ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้คือ Fatty acid alkanolamides lauric diethanolamide, cocamine diethanolamide หรือ coconut fatty acid diethanolamide (cocamide DEA) สารกลุ่ม Amine oxides ได้แก่ lauramine oxide, cocamine oxide
   2.3 สารช่วยทำให้ข้น (thickening agents) ทำให้แชมพูเหนียวข้นขึ้น ไม่หลุดลอดออกจากมือขณะเทออกมาใช้ ยกตัวอย่างเช่น natural gum, hydroxyethylcellulose, carbomer, alkanolamides, sodium chloride ไม่ควรใช้เกลือมากเกินไปเพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์กลับมาเหลวได้อีก
   2.4 สารช่วยทำให้ใส (clarifying agents) ใช้ในแชมพูแบบใสโดยเพิ่มการละลายของสารต่างๆ ในตำรับแชมพู ทำให้แชมพูใสได้นานในอุณหภูมิกว้าง สารนี้มักเพิ่มฟองแก่แชมพู แต่ในขณะเดียวกันทำให้ความหนืดลดลง เช่น ethanol, propylene glycol, tween 20 เป็นต้น
   2.5 สารช่วยทำให้ทึบแสง (opacifying agents) ใช้เพื่อแต่งผลิตภัณฑ์ให้สวยงาม หรือใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการทำให้แชมพูใสได้ สารประเภทนี้เป็นส่วนสำคัญในแชมพูประเภทครีมหรือโลชั่น เช่นสารกลุ่ม fatty acid, fatty alcohol หรือสารประเภท stearate ester เช่น diethylene glycol monostearate ทำให้เกิดประกายมุก
   2.6 สารกันการรวมตัวหรือสารซีสเควสเตอร์ (sequestering agent) ช่วยป้องกันมิให้เกิดเกลือที่ไม่ละลาย ที่เกิดจากการใช้แชมพูในน้ำกระด้าง ซึ่งเกลือเหล่านี้จับบนเส้นผมทำให้ผมหยาบกระด้าง ไม่เงางามและป้องกันการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ ยกตัวอย่างเช่น ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) หรือ polyphosphates
   2.7 สารปรับความเป็นกรดด่าง (pH adjuster) นิยมปรับความเป็นกรดด่างของแชมพูให้อยู่ในช่วง pH 5.5-6.5 เพื่อให้เข้ากับความเป็นกรดด่างของผิวหนังได้ดี แชมพูที่ใช้ ammonium salt surfactant ต้องปรับ pH เป็นกรด เพื่อป้องกันการปลดปล่อย ammonia ตัวอย่างสารที่ใช้ในการปรับความเป็นกรดด่างได้แก่ citric acid, phosphoric acid, boric acid, lactic acid
   2.8 สารแต่งสี (colorant) สีที่ใช้ในแชมพูควรเป็นสีที่ละลายในน้ำได้และเป็นสีที่ปลอดภัย ทนต่อกรด ด่าง แสง และเข้ากับสารอื่นในแชมพูได้ นอกจากนี้สีควรสอดคล้องกับกลิ่น เช่นกลิ่น

พฤกษาควรแต่งสีเขียว โดยการใช้สีให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2553 และตามประกาศกระทรวงฉบับอื่นๆ

2.9 สารแต่งกลิ่น (perfume) ใช้เพื่อกลบกลิ่นเบสของแชมพูที่ไม่ต้องการ หรือเพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับ ควรเลือกใช้กลิ่นหอมที่คงทนความร้อนในกรณีที่มีการใช้ความร้อนในการผลิต และควรเป็นกลิ่นหอมอ่อนๆ ให้ความรู้สึกสะอาด และกลิ่นไม่เปลี่ยนแม้ภายหลังการสระผม และถ้ามีปัญหาเรื่องการละลายควรผสมกับสารที่ช่วยละลายก่อนเติมลงในผลิตภัณฑ์

2.10 สารกันเสีย (preservative) สารชำระล้างที่ใช้เป็นสารหลักในแชมพูเป็นอาหารที่ดีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ มีการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะพวกแกรมลบในผลิตภัณฑ์แชมพูที่จำหน่ายในท้องตลาดสูงถึง 10^6 เชื้อต่อกรัม ซึ่งถือว่าไม่ปลอดภัยตามข้อกำหนดของ CTPA (Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association) ของประเทศอังกฤษ ดังนั้นการใช้สารกันเสียจึงจำเป็นอย่างมาก ผู้ผลิตจะต้องศึกษาถึงอิทธิพลที่มีผลต่อฤทธิ์ของสารกันเสียเป็นอย่างดีเพื่อให้แน่ใจว่าสารกันเสียที่เลือกใช้สามารถป้องกันผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ เพราะพบว่ามีเชื้อหลายชนิดที่ดื้อต่อสารกันเสียบางชนิด และสารโมเลกุลใหญ่ในสูตรอาจทำลายฤทธิ์ของสารกันเสีย สภาวะความเป็นกรดด่างเองก็มีผลต่อความคงตัวของสารกันเสียบางชนิด ปัจจุบันพบว่าสารกันเสียกลุ่มที่เหมาะสมในแชมพูควรเป็นสารที่ฆ่าเชื้อ *Pseudononas aeruginosa* ได้ดีโดยที่มีพิษน้อย ไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง ตัวอย่างเช่น 2-bromo-2-nitropropane-1, 3 diol (Bronopol), Quaternium 15 (Dowicil 200) 2% เป็นต้น นอกจากนี้การใช้สารกันเสียหลายตัวรวมกันก็เป็นที่นิยม เพราะออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้กว้าง ลดความเป็นพิษจากการใช้สารกันเสียเดี่ยวๆ เพราะลดปริมาณลง ป้องกันการดื้อของเชื้อ เช่น Phenoxyethanol ร่วมกับ Parabens (Phenonip) Bronopol หรือ Dowicil 200 ร่วมกับ parabens เป็นต้น

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 12-2561): แชมพูผสมสมุนไพร

นิยามของมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส แชมพูผสมสารสกัดสมุนไพร หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิว ใช้กับเส้นผมเพื่อขจัดสิ่งสกปรกออกจากเส้นผมและหนังศีรษะ ผสมสารสกัดจากสมุนไพร หรือชิ้นส่วนของสมุนไพร เช่น ดอกอัญชัน มะคำดีควาย ว่านหางจระเข้ เป็นต้น สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอางที่มีผลใช้บังคับ สารสกัดจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในแชมพูสมุนไพรต้องเป็นไปตามที่จดแจ้งกับสำนักกรรมการอาหารและยา และได้ดำเนินการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป
   ต้องเป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของแชมพู และส่วนประกอบที่ใช้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการดม
2. การระคายเคืองต่อผิวหนัง
   ดัชนีการระคายเคืองเบื้องต้น (primary irritation index, PII) ต่อผิวหนัง ต้องไม่เกิน 1 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2 มอก. เอส 12-2561
3. สารปนเปื้อน
   - ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
   - สารหนู (คำนวณเป็น As_2O_3) ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- ปรอท ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- แคดเมียม ต้องไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ใช้อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ อินดักทีฟคัพเพิลพลาสม่า หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. จุลินทรีย์
   - จำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ ต้องไม่เกิน 1000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
   - *Pseudomonas aeruginosa* ต้องไม่พบ
   - *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบ
   - *Candida albicans* ต้องไม่พบ
   - *Clostridium spp.* ต้องไม่พบ

   การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO หรือ BAM (U.S.FDA) หรือ USP หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

5. ความเป็นกรด-ด่าง

   ต้องอยู่ระหว่าง 4.5 ถึง 8.0

   การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทครีมนวดผม

ครีมนวดผม หมายถึงผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้กับเส้นผมภายหลังจากการสระผม เพื่อแก้ไขสภาพเส้นผมภายหลังการสระให้มีสภาพอ่อนนุ่ม ทำให้ผมไม่พันกัน หวีได้ง่าย และสามารถจัดแต่งทรงผมตามต้องการ จุดประสงค์ดั้งเดิมครีมนวดผมผลิตขึ้นเพื่อใช้ล้างเอาคราบสบู่ที่ไม่ละลาย ซึ่งได้แก่ตะกอนสบู่ที่เกิดจากโลหะหนักในน้ำกระด้างที่ติดอยู่บนเส้นผม ให้ละลายและหลุดออกไปกับน้ำ ช่วยให้เส้นผมลื่นสลวยตามธรรมชาติ และหวีเข้าทรงได้ง่ายเพราะคนสมัยก่อนใช้สบู่ในการสระผม สิ่งธรรมชาติที่คนสมัยโบราณใช้เพื่อนวดโกรกเส้นผมคือ น้ำมะกรูด น้ำมะนาว หรือน้ำส้มสายชู ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนสามารถละลายคราบไขมันดังกล่าวได้ และภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์นวดเส้นผมจะต้องมีการล้างออกด้วยน้ำอีกที

ปัจจุบันการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมมีจุดประสงค์แตกต่างออกไปจากเดิม เพราะมีการใช้แชมพูซึ่งเป็นสารชำระล้างสังเคราะห์แทนสบู่ ปัญหาเส้นผมมีคราบโลหะหนักของสบู่เกาะติดจึงไม่เกิด แต่เกิดปัญหาด้านความเป็นด่างของสารชำระล้างบางชนิดในแชมพูที่ทำให้เคราตินของเส้นผมพองตัวจึงเปราะ และแข็งกระด้าง นอกจากนี้สารชำระล้างประจุลบซึ่งนิยมใช้ในการผลิตแชมพูเนื่องจากมีราคาถูก มีอำนาจในการชำระล้างสูง เกิดฟองดีนั้นสามารถดึงเอาประจุบวกของโมเลกุลในเคราตินบนเส้นผมมารวมตัวกัน ทำให้เส้นผมทุกเส้นเหลือแต่ประจุลบเกิดการผลักกันขึ้น ทำให้ผมชี้ฟู หวีเข้าทรงยาก ดังนั้นผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมมีจุดเด่นที่ความเป็นประจุบวกและกรดอ่อน อาจใส่สารปรับสภาพเส้นผมแต่ในปริมาณที่น้อย และมีการล้างออกภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ครีมนวดผม

1. สารประจุบวก ทำหน้าที่สะเทินประจุลบบนเส้นผมที่เกิดจากแชมพู ทำให้เส้นผมเป็นกลางตามธรรมชาติ จึงไม่ชี้และหวีเข้าทรงง่าย สารประจุบวกที่นิยมคือ quaternary ammonium salts ซึ่งมีรายงานว่าทำให้ผมนิ่มสลวย หวีง่าย นิยมเตรียมในรูปของครีม โดยใช้ในความเข้มข้นไม่เกิน 5% (นิยม 1%) การใช้ในปริมาณมากกว่านี้ไม่ให้ผลดีกลับจะเกิดผลเสียตามมาคือ เกิดการปรับสภาพที่มากเกินไป ทำให้ผมปวกเปียก แลดูแฉะ ไม่มีชีวิตชีวา ตัวอย่างสารประจุบวกที่นิยมใช้คือ Cetyl trimethyl ammonium chloride (Dehyquart A), Stearyl dimethyl benzyl ammonium chloride, Dicetyl dimethyl ammonium chloride (Quaternium 31) เป็นต้น
2. สารประเภทกรดอ่อน ทำหน้าที่สะเทินความเป็นด่างของสารชำระล้าง เพื่อมิให้เคราตินเกิดการพองตัวและเปราะง่าย เส้นผมจึงดูมีชีวิตชีวา กรดที่ใช้ต้องเป็นกรดอ่อนเพื่อไม่ให้เกิดการทำลายเส้นผมและหนังศีรษะ และต้องไม่เป็นพิษ เช่น กรดซิตริก กรดแลคติก เป็นต้น
3. สารอิมมอลเลียนต์ ทำหน้าที่เสริมน้ำมันหล่อเลี้ยงเส้นผม เพราะปกติการสระผมมักต้องสระคราวละ 2-3 ครั้ง ทำให้สารชำระล้างในแชมพูขจัดไขมันของเส้นผมออกไปมาก ผมจึงแลดูแห้ง สารเพิ่มความมันให้กับเส้นผม ได้แก่ น้ำมันต่างๆ เช่น jojoba oil, silicone oil, mineral oil, lanolin, glyceryl monostearate หรือ alkanolamide fatty acid เป็นต้น
4. สารให้ความชุ่มชื้น ความชุ่มชื้นทำให้เส้นผมแลดูสลวย มีชีวิตชีวา การเติมสารฮิวเมกแตนต์จะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นเหล่านี้ได้ เช่น propylene glycol, glycerin, butylenes glycol เป็นต้น
5. สารเสริมผลิตภัณฑ์ จากทั้ง 4 ข้อ ข้างต้นเป็นสารที่ทำหน้าที่ให้ผลิตภัณฑ์นวดเส้นผมมีความสมบูรณ์ในการปรับสภาพเส้นผม แต่การเตรียมให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ต้องการ ต้องใช้สารเสริมผลิตภัณฑ์ เช่น สารแต่งสี สารแต่งกลิ่น สารกันเสีย ซึ่งจำเป็นสำหรับเครื่องสำอางทุกประเภท

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 93/2553): ครีมนวดผมผสมสมุนไพร

จากนิยามของมาตรฐาน มผช. 93/2553 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเส้นผมภายหลังการสระผม โดยต้องทำการล้างออก เพื่อช่วยให้เส้นผมมีความอ่อนนุ่ม ไม่พันกัน และหวีได้ง่าย อาจผสมสมุนไพร เช่น ดอกอัญชัน มะคำดีควาย ว่านหางจระเข้ เป็นต้น สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอางที่มีผลใช้บังคับ สารสกัดจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในแชมพูสมุนไพรต้องเป็นไปตามที่จดแจ้งกับสำนักกรรมการอาหารและยา และได้ดำเนินการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป
   ต้องไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ปราศจากสิ่งแปลกปลอม อาจมีผงสมุนไพร การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
2. สี
   ต้องมีสีสม่ำเสมอ
3. กลิ่น
   ต้องมีกลิ่นที่ดีตามส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่นกลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นบูด
4. ความเป็นกรด-ด่าง
   ต้องอยู่ระหว่าง 3.5 – 7 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิถีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
5. ความระคายเคืองต่อผิวหนัง
   ดัชนีการระคายเคืองเบื้องต้น (primary irritation index, PII) ต่อผิวหนัง ต้องไม่เกิน 1
6. สารปนเปื้อน
   - ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
   - สารหนู (คำนวณเป็น As_2O_3) ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
   - ปรอท ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
   - แคดเมียม ต้องไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

   การทดสอบให้ใช้อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ อินดักทีฟคัพเพิลพลาสม่า หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
7. จุลินทรีย์
   - จำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และราที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ ต้องไม่เกิน 1000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
   - *Pseudomonas aeruginosa* ต้องไม่พบ
   - *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบ
   - *Candida albicans* ต้องไม่พบ
   - *Clostridium spp.* ต้องไม่พบ

   การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO หรือ BAM (U.S.FDA) หรือ USP หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจ และรวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพร

ทำการสำรวจ และรวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพรจากป่าเต็งรังภายในรัศมี 50 กิโลเมตร รอบ มจธ. ราชบุรี และทำการประเมินศักยภาพของพืช โดยการลงพื้นที่สำรวจร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านพืชในป่าเต็งรัง และทำการคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพจำนวนอย่างน้อย 5 ชนิด สำหรับนำมาสกัดเพื่อผลิตสารออกฤทธิ์ทางเวชสำอาง ซึ่งพืชที่จะทำการสำรวจเพื่อประเมินศักยภาพในงานวิจัยนี้จะทำการคัดเลือกเบื้องต้นจากพืชที่มีรายงานการใช้ประโยชน์จากภูมิปัญญาชาวบ้านในการนำมาบำรุงผิวพรรณ และเส้นผม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ สสวท., 2551)

2. การเตรียมตัวอย่างพืชสมุนไพร

นำตัวอย่างพืชแต่ละชนิดที่รวบรวมได้ มาทำการล้างด้วยน้ำให้สะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ปอกเปลือกและนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำมาอบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่ 40 °C จนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ (ความชื้นน้อยกว่า 10 %) แล้วจึงนำมาบดให้เป็นผงสำหรับใช้ในการสกัดต่อไป

3. การหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชโดยวิธีการแช่ตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย

ในการทดลองเพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์เพื่อประเมินศักยภาพของพืช ทำโดยการแช่ตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย การทดลองนี้ได้เลือกใช้ความเข้มข้นของตัวทำละลายเอทานอลที่ 3 ระดับ คือ 50% 70% และ 95% (v/v) ในการสกัด ใช้อัตราส่วนของตัวอย่างต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:100 (w/v) ทำการสกัดที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นหาปริมาณผลผลิตสารสกัด และตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ในสารสกัดที่ได้โดยใช้วิธี Folin-ciocalteu reagent (Singleton and Rossi, 1965) โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid, Sigma-Aldrich)

4. การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดที่ได้ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

ทำการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่ได้จากสภาวะการสกัดที่เหมาะสมจากข้อ 3 โดยวิธี DPPH (Siramon and Ohtani, 2007) และวิธี ABTS (Re *et al.*, 1999) รวมทั้งเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐาน Butylated hydroxtoluene (BHT) และ Alpha-Tocopherol (Vitamin E)

5. การสกัดตัวอย่างด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิคเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสกัด

ทำการสกัดตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด (ที่คัดเลือกว่ามีศักยภาพจากข้อ 3) โดยวิธีการสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสกัดกับวิธีการแช่ตัวอย่างด้วยตัวทำละลายที่ได้จากข้อ 3 โดยทำการสกัดตัวอย่างพืชด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3 ใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:100 (w/v) ทำการสกัดด้วยเครื่อง sonicator (Bandelin sonorex digitec, รุ่น DT 510H, 35 kHz, 16 W) ที่อุณหภูมิ 30 และ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 60 และ 120 นาที แล้วจึงหาปริมาณผลผลิตสารสกัด ตรวจวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดได้จาก

สภาวะต่างๆ ตามวิธีการเดียวกับข้อ 3 และตรวจวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (total flavonoid content) ตามวิธีการของ Wolfe *et al.*, 2003 โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของคาเทชิน (Catechin, Sigma-Aldrich) รวมทั้งวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้ตามวิธีการในข้อ 4

6. การสกัดตัวอย่างด้วยวิธี Soxhlet เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสกัด

ทำการสกัดตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด (ที่คัดเลือกว่ามีศักยภาพจากข้อ 3) ด้วยวิธี Soxhlet โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3 จากนั้นจึงทำการหาปริมาณผลผลิตสารสกัด ตรวจวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สกัดได้ และวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้ตามวิธีการในข้อ 5

7. การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของตัวอย่างสารสกัดที่ได้จากพืชแต่ละชนิด

ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่ได้ด้วยเครื่อง Liquid Chromatography-Electrospray Ionization-Mass Spectrometer (LC-ESI-MS) (Agilent Technologies 6420 Triple Quad LC-MS) โดยใช้ ZORBAX Eclipse Plus C18 (4.6×100 mm, 3.5 µm; Agilent) เป็นคอลัมน์ในการวิเคราะห์ ควบคุมอุณหภูมิในการวิเคราะห์ที่ 40 องศาเซลเซียส โดยมี photodiode-array เป็นดีเทคเตอร์ (ตั้งค่าที่ 254 และ 280 นาโนเมตร) ทำการวิเคราะห์ด้วย negative/positive ionization mode เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ประกอบไปด้วย (A) 0.1% acetic acid ในน้ำปราศจากไอออน (DI water) และ (B) 0.1% acetic acid ใน acetonitrile โดยใช้สภาวะเกรเดียนระหว่างสารละลาย B ต่อสารละลาย A คิดเป็นร้อยละที่เวลาต่างๆ เป็นดังนี้: 0 นาที B 8%, 0.1 นาที B 10%, 2.1 นาที B 30%, 27.1 นาที B 90%, 50.1-70 นาที B 100% ตามลำดับ โดยใช้อัตราการไหลเท่ากับ 0.50 มิลลิลิตร/นาที

8. การตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของตัวอย่างสารสกัด

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบของพืชแต่ละชนิดในการยับยั้ง-ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่สำคัญในคนจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ (1) *Staphylococcus aureus* DMST 8840 (2) *Staphylococcus epidermidis* DMST 15505 และ (3) Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20651 โดยทำการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารทดสอบในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ MIC (minimal inhibitory concentration) และ MBC (minimal bactericidal concentration) ตามวิธีการดังนี้

(1) การเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

- การเตรียมอาหาร Tryptone soy agar

  ชั่ง Tryptone soy agar (Difco, United States) 22.5 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส ดูดอาหารใส่ หลอด หลอดละ 5 ml นำไปฆ่าเชื้อโดยผ่านหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส นำไปเอียงให้ผิวหน้าอาหารทำมุม 45 องศา
- การเตรียมอาหาร Muller-Hinton agar

ชั่ง Muller-Hinton agar (Merck, Germany) 21 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อโดยผ่านหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส นำไปเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 20 ml/จาน

- วิธีการเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย
  นำเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารวุ้น Tryptone soy agar (TSA) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาเจือจางด้วยสารละลาย 0.85% NaCl ที่ปราศจากเชื้อ ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 [ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^{8} cfu/ml (Kirby-Bauer)] นำมาเจือจางด้วยอาหาร ในอัตราส่วน 1:200 (MHB 10 ml ต่อ สารละลายเชื้อ 0.05 ml)

(2) การเตรียมตัวอย่างสารสกัด
ทำการละลายสารทดสอบด้วย Dimethyl sulfoxide (DMSO) แล้วทำให้สารทดสอบปราศจากเชื้อโดยการกรองด้วย syringe filter ความละเอียด 0.45 µm สารทดสอบที่เตรียมได้ จะถูกนำไปเจือจางอีกครั้งด้วยวิธี two-fold dilution

(3) การทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย
ทำการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย โดยปิเปตอาหาร Muller-Hinton Broth ปริมาตร 100 µl ใส่ลงในหลุมทั้ง 96 หลุม จากนั้นปิเปตสารทดสอบ 100 µl ใส่ลงหลุม และเจือจางด้วยวิธี two-fold dilution โดยปิเปตสารทดสอบลง microtriter plate หลุมที่หนึ่ง ผสมสารทดสอบกับอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน จากนั้นดูดสารผสมปริมาตร 100 µl จากหลุมที่หนึ่งลงหลุมที่สองทำเช่นนี้จนถึงหลุมสุดท้าย จากนั้นปิเปตสารละลายเชื้อแบคทีเรีย ปริมาตร 100 µl ใส่ในแต่ละหลุม โดยหลุมที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ และสารทดสอบเป็น possitive control และหลุมที่ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อและเชื้อแบคทีเรียเป็น negative control นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง

(4) การตรวจผล
- ตรวจสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ
  โดยเติมสารละลาย resazurin ความเข้มข้น 0.02% ปริมาตร 30 µl ลงในแต่ละหลุม หาค่า MIC (Minimun Inhibitory Concentration) โดยการสังเกตหลุมสุดท้ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย resazurin
- ตรวจสอบการทำลายเชื้อแบคทีเรีย โดยการหาค่า MBC (Minimum Bactericidal Concentration) ตามวิธีการของ Basri *et al.* (2005) โดยนำสารละลายในหลุมที่สังเกตเห็นว่าไม่มีการเจริญของเชื้อไปเพาะเลี้ยงในอาหาร Muller-Hinton agar รายงานค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ไม่มีการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นค่า MBC

9. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสกัดตัวอย่าง

นำสารสกัดที่ได้ทำการศึกษา (สารสกัดเหง้าว่านนางคำ และสารสกัดใบหมี่) มาทำการพัฒนาสูตรเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอางใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (2) แชมพู และ (3) ครีมนวดผม ผสมสารสกัดใบหมี่ ในกระบวนการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดข้างต้นจะมีขั้นตอนย่อยเป็นดังนี้คือ

9.1 การทดลองหาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์

9.2 การทดลองหาความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมสำหรับใส่ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

9.3 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัด (Cell cytotoxicity) ที่ความเข้มข้นที่ใส่ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดย MTT assay

9.4 การทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (Stability test)

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ปิดฝาบรรจุภัณฑ์สนิทที่อุณหภูมิ (4 ± 2) องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับจนครบ 8 ครั้ง ตรวจสอบลักษณะโดยทั่วไปเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์ [การทดสอบส่วนนี้ได้ส่งตัวอย่างไปทดสอบที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (KAPI) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]

9.5 การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

- มอก. เอส 14-2561: สำหรับเจลอาบน้ำผสมสมุนไพร
- มอก. เอส 12-2561: สำหรับแชมพูและครีมนวดผมผสมสมุนไพร
- มผช. 93/2553: สำหรับครีมนวดผมผสมสมุนไพร

หมายเหตุ: ทุกผลิตภัณฑ์ จะยกเว้นการทดสอบความระคายเคืองต่อผิวหนัง เนื่องจากอัตราค่าบริการทดสอบของกระทรวงสาธารณสุขราคาค่อนข้างสูง (ราคาทดสอบผลิตภัณฑ์ละ 60,000 บาท) และเป็นการทดสอบกับสัตว์ทดลอง คือ กระต่าย

ผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจ และรวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพร

จากการสำรวจ และประเมินศักยภาพของพืชโดยการลงพื้นที่สำรวจร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านพืชในป่าเต็งรัง ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าพืชที่คาดว่าจะมีศักยภาพสำหรับนำมาสกัดเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางมีจำนวน 9 ชนิด ดังแสดงในตารางภาพที่ 1 ซึ่งได้แก่ ต้นสามสิบ กระทือ เปราะหอม ว่านนางคำ ขมิ้นอ้อย หญ้าพังโหม ต้นหมี่ ปอเต่าไห้ และน้อยหน่า สำหรับกระบวนการเตรียมตัวอย่างพืชที่ได้เพื่อใช้สำหรับการสกัดแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 1 การลงพื้นที่สำรวจและประเมินศักยภาพพืชในป่าเต็งรังร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างพืช

ตารางที่ 1 สรุปรายชื่อพืชที่ได้ทำการรวบรวมเพื่อทำการศึกษา

ลำดับ	ชื่อพืช	ส่วนของพืช	ภาพตัวอย่างพืช
1	กระทือ (*Zingiber zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm.)	เหง้า	
2	ต้นสามสิบ (*Asparagus racemosus* Willd.)	ราก	
3	เปราะหอม (*Kaempferia galangal*)	เหง้า	
4	ว่านนางคำ (*Curcuma aromatic* Salisb.)	เหง้า	
5	ขมิ้นอ้อย (*Curcuma zedoaria*)	เหง้า	

6	หญ้าพังโหม (*Paederia pilifera* Hook. f.)	ใบ	
7	ต้นหมี่ (*Litseaglutinosa* (Lour.) C.B.Rob.)	ใบ	
8	ปอเต่าไห้ (*Enkleia siamensis* Nevling)	ใบ / เปลือกลำต้น	
9	น้อยหน่า (*Annona squamosa* L.)	ใบ	

2. ผลการหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพื่อประเมินศักยภาพของพืชโดยวิธีการแช่ตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย

การศึกษาเพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดพืชตัวอย่างเพื่อประเมินศักยภาพของพืช โดยได้ทำการสกัดโดยการแช่ตัวอย่างในตัวทำละลายเอทานอลที่ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 50% 70% และ 95% (v/v) ที่ 30 °C เป็นเวลา 72 ชม. และตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดได้จากสภาวะต่างๆ และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Duncan จากนั้นจึงทำการทดสอบความสามารถใน

การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม (ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่า % สารสกัด และปริมาณฟีนอลิกสูงสุด) โดยวิธี DPPH และ ABTS และเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐาน BHT และ Alpha-Tocopherol แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบที่ได้โดยวิธีการแช่ตัวอย่างในตัวทำละลาย

ลำดับที่	ตัวอย่าง	ตัวทำละลาย	สารสกัด (%)*,**	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (μg GAE/g)*,**	IC_{50} (μg/ml) โดยวิธี DPPH***	IC_{50} (μg/ml) โดยวิธี ABTS***
1	กระทือ (เหง้า)	50% เอทานอล	22.01±0.13a	16.26 ±0.77a	136,997.62	4,052.44
		70% เอทานอล	15.78±0.11b	14.50±1.32a		
		95% เอทานอล	5.56±0.03c	8.71±0.33b		
2	ต้นสามสิบ (ราก)	50% เอทานอล	70.31±0.39a	7.54±0.10b	147,384.51	48,281.85
		70% เอทานอล	68.10±0.42a	6.84±0.48b		
		95% เอทานอล	19.03±0.20b	16.99±0.51a		
3	เปราะหอม (เหง้า)	50% เอทานอล	36.57 ±0.20a	25.29±0.99a	-	5,035.14
		70% เอทานอล	28.13 ±0.17b	13.00±0.33a		
		95% เอทานอล	8.78 ±0.06c	18.82±11.58a		
4	ว่านนางคำ (เหง้า)	50% เอทานอล	18.60±0.11a	42.56±0.33a	9,662.75	944.39
		70% เอทานอล	10.05±0.05b	36.94±1.86b		
		95% เอทานอล	5.53±0.03c	33.90±2.76b		
5	ขมิ้นอ้อย (เหง้า)	50% เอทานอล	22.28±0.13a	47.29±1.27a	12,478.31	4,620.06
		70% เอทานอล	19.34±0.10b	47.51±1.35a		
		95% เอทานอล	14.51±0.08c	49.95±1.00a		
6	หญ้าพังโหม (ใบ)	50% เอทานอล	21.10±0.13a	26.99±0.75b		
		70% เอทานอล	20.69±0.11a	29.66±0.41a	1,887.96	2,944.97
		95% เอทานอล	12.24±0.06b	15.57±1.13c		
7	ต้นหมี่ (ใบ)	50% เอทานอล	12.01±0.06c	31.54±1.50b		
		70% เอทานอล	16.44±0.09a	48.94±2.83a	1,276.44	981.13
		95% เอทานอล	14.50±0.08b	64.59±14.43a		
8	ปอเต่าไห้ (ใบ)	50% เอทานอล	19.61±0.11a	87.43±4.92a	1,602.27	604.22
		70% เอทานอล	18.45±0.10b	85.25±6.75a		
		95% เอทานอล	12.69±0.07c	55.57±0.77b		
9	ปอเต่าไห้(เปลือกลำต้น)	50% เอทานอล	13.17±0.07b	79.00±5.81a	1,356.71	747.96
		70% เอทานอล	14.45±0.06a	45.80±1.42b		
		95% เอทานอล	10.29±0.05c	23.02±1.39c		
10	น้อยหน่า (ใบ)	50% เอทานอล	28.85±0.87a	78.44±2.29a	1,631.88	869.01
		70% เอทานอล	26.81±0.53b	73.33±1.81b		
		95% เอทานอล	22.22±0.01c	74.31±0.94b		
สารมาตรฐาน BHT					180.32	215.45
สารมาตรฐาน Alpha-Tocopherol					383.14	375.01

* เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นแห้ง
** เป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ±SD, ตัวอักษร a – c (ตัวอย่างเดียวกัน) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \le 0.05$)
***เทียบกับน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า การสกัดตัวอย่างจำนวน 8 ตัวอย่างโดยใช้ตัวทำลาย 50% (v/v) เอทานอล สามารถให้ผลผลิตสารสกัด และปริมาณฟีนอลิกที่สกัดได้สูงสุด ยกเว้นพืช 2 ชนิด คือ หญ้าพังโหม และต้นหมี่ ซึ่งตัวทำละลาย 70% (v/v) เอทานอลเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สกัดตัวอย่างพืชทั้งสอง จากผลการศึกษานี้จะได้ว่าตัวทำละลายดังกล่าวเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่างพืชนั้นๆ ต่อไป และเมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่ได้จาก ตัวทำละลายที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด โดยวิธี DPPH และ ABTS และเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐาน BHT และ Alpha-Tocopherol พบว่าสารสกัดตัวอย่างทั้งหมดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าสารมาตรฐานทั้ง 2 ตัวในทั้ง 2 วิธีการ และจากผลการศึกษาในตารางที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าพืชที่มีศักยภาพ (ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง) จำนวน 5 ชนิด สำหรับนำมาสกัดเพื่อใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางต่อไป คือ (1) ว่านนางคำ (2) หญ้าพังโหม (3) ต้นหมี่ (4) ปอเต่าไห้ (ใบ) และ (5) ใบน้อยหน่า

3. ผลการสกัดตัวอย่างด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค

ทำการสกัดตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด (ที่คัดเลือกว่ามีศักยภาพ) โดยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Duncan แสดงผลการวิเคราะห์ และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างแต่ละชนิด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบที่ได้โดยวิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค

ตัวอย่าง	สภาวะการสกัด (อุณหภูมิ/ เวลา)		สารสกัด (%)*,**	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (µg GAE/g)*,**	ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (µg CE/g)*,**	IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี DPPH**,***	IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี ABTS**,***
ว่านนางคำ (เหง้า)	30 ^{0}C	30 min	20.08±0.33d	118.21±1.21b	9,839.24±1.24f	37,832.39±1.59f	8,910.80±1.43a
		60 min	20.31±0.24d	121.07±1.68a	12,016.18±1.18e	9,690.08±1.25c	9,020.49±1.51b
		120 min	23.50±0.35b	120.83±1.83ab	13,789.78±1.67a	7,945.32±1.68a	10,678.15±1.18f
	50 ^{0}C	30 min	24.64±0.21a	120.59±1.41ab	13,067.96±1.15b	8,608.47±1.36b	10,332.73±1.27d
		60 min	22.03±0.30c	118.21±1.19b	12,342.42±1.41d	9,957.58±1.25e	10,563.14±1.55e
		120 min	21.62±0.40c	120.11±1.11ab	12,924.20±1.17c	9,733.87±1.65d	10,237.97±1.33c
หญ้าพังโหม (ใบ)	30 ^{0}C	30 min	21.39±0.36a	120.59±1.18d	9,885.70±1.37f	4,382.30±1.19f	2,566.19±1.36f
		60 min	20.99±0.40ab	124.17±1.50bc	10,535.19±1.19b	2,878.65±1.53e	2,513.19±1.06e
		120 min	20.44±0.31bc	122.02±1.02cd	10,618.07±1.14a	2,545.91±1.39c	1,175.97±1.25a
	50 ^{0}C	30 min	19.09±0.41d	125.36±1.13b	10,187.46±1.35e	2,133.62±1.55a	1,914.63±1.37b
		60 min	19.87±0.36c	129.89±1.42a	10,380.12±1.21c	2,155.62±1.32b	2,139.90±1.13c
		120 min	20.03±0.35c	121.31±1.47d	10,323.64±1.53d	2,692.60±1.38d	2,234.66±1.56d

ต้นหมี่ (ใบ)	30 ^{0}C	30 min	17.14±0.39ab	253.34±1.34b	10,478.60±1.05b	1,751.49±1.62d	802.37±1.37e
		60 min	17.80±0.40a	244.76±1.39c	9,845.96±1.37d	1,611.23±1.34b	744.74±1.14c
		120 min	17.53±0.35a	242.37±1.31c	9,606.08±1.50f	1,885.20±1.20e	729.13±1.25a
	50 ^{0}C	30 min	16.71±0.41bc	239.99±1.22d	10,036.82±1.05c	1,949.64±1.64f	819.06±1.39f
		60 min	16.30±0.35c	256.67±1.33a	12,071.97±1.40a	1,702.33±1.45c	799.68±1.21d
		120 min	16.21±0.34c	242.85±1.16c	9,718.37±1.37e	1,450.67±1.50a	742.06±1.42b
ปอเต่าไห้ (ใบ)	30 ^{0}C	30 min	20.09±0.21c	868.20±1.20c	12,342.30±1.19e	2,635.71±1.53e	397.42±1.30b
		60 min	22.41±0.34a	925.94±1.07b	14,852.12±1.23b	2,227.41±1.40c	718.90±1.10d
		120 min	22.82±0.32a	962.03±1.16a	16,408.53±1.47a	2616.36±1.37d	764.14±1.14e
	50 ^{0}C	30 min	20.92±0.18b	838.15±1.15d	12,136.18±1.18f	3,359.67±1.21f	597.20±1.80c
		60 min	19.65±0.20c	701.55±1.32e	14,081.38±1.39c	1,990.80±1.68b	302.10±1.34a
		120 min	19.64±0.33c	693.33±1.26f	12,577.57±1.46d	1,941.22±1.33a	395.80±1.60b
น้อยหน่า (ใบ)	30 ^{0}C	30 min	28.03±0.37c	315.30±1.47ab	17,795.31±1.24b	1,172.31±1.31e	713.12±1.54c
		60 min	28.59±0.39c	312.68±1.31c	15,697.88±1.44e	1,022.87±1.21c	696.28±1.17b
		120 min	29.49±0.29b	302.43±1.57e	15,557.63±1.38f	977.08±1.03b	822.29±1.29e
	50 ^{0}C	30 min	29.62±0.22b	314.82±1.15bc	18,260.18±1.18a	1,026.68±1.57c	826.60±1.13f
		60 min	30.50±0.35a	307.67±1.27d	16,893.92±1.37d	947.99±1.44a	620.89±1.56a
		120 min	30.79±0.29a	317.45±1.23a	17,351.02±1.56c	1,072.13±1.42d	780.30±1.30d

* เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นแห้ง

** เป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ±SD, ตัวอักษร a – f (ตัวอย่างเดียวกัน) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

***เทียบกับน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

จากผลการสกัดในตารางที่ 3 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชแต่ละชนิด โดยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค เป็นดังนี้คือ

(1) ว่านนางคำ (เหง้า):

สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร ทำการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที

(2) หญ้าพังโหม (ใบ):

สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร ทำการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที

(3) ต้นหมี่ (ใบ):

สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร ทำการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที

(4) ปอเต่าไห้ (ใบ):

สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร ทำการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที

(5) น้อยหน่า (ใบ):

สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร ทำการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที

4. ผล**การสกัดตัวอย่างด้วยวิธี Soxhlet**

ทำการสกัดตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด (ที่คัดเลือกว่ามีศักยภาพ) โดยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Duncan แสดงผลการวิเคราะห์ และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างแต่ละชนิด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณผลผลิตสารสกัด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอย์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) โดยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดหยาบโดยวิธี Soxhlet

ชื่อพืช	**ตัวทำละลาย**	**เวลาสกัด (ชั่วโมง)**	**สารสกัด (%)*, ****	**ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (µg GAE/g)*,****	**ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (µg CE/g)*,****	**IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี DPPH*****	**IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี ABTS*****
ว่านนางคำ (เหง้า)	50% เอทานอล	7	7.12±1.02	342.63±9.23	10,455.27±6.84	1,709.33	6,724.97
หญ้าพังโหม (ใบ)	70% เอทานอล	7	19.69±0.07	337.15±6.94	11,132.87±5.33	2,031.66	2,110.93
ต้นหมี่ (ใบ)	70% เอทานอล	5	22.21±0.73	862.75±18.40	23,677.06±7.23	833.47	1,602.4
ปอเต่าไห้ (ใบ)	50% เอทานอล	5	21.67±0.22	651.57±12.70	23,443.38±4.47	767.21	10,492.06
น้อยหน่า (ใบ)	50% เอทานอล	7	26.25±0.58	647.22±20.48	27,428.45±7.12	488.51	42,164.45

* เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นแห้ง

** เป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ±SD

***เทียบกับน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

จากการศึกษาการสกัดสารสกัดหยาบจากตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด โดยใช้วิธีการสกัด 3 วิธี คือ (1) การแช่ตัวอย่างในตัวทำละลาย (2) การใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค และ (3) การใช้วิธี Soxhlet เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างนั้น สามารถสรุปเปรียบเทียบผลการสกัดที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมจากแต่ละวิธีการได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการสกัดตัวอย่างพืชที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมจากการสกัด 3 วิธี

ชื่อพืช	**วิธีสกัด**	**สารสกัด (%)*,****	**ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (µg GAE/g)*,****	**ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (µg CE/g)*,****	**IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี DPPH*****	**IC_{50} (µg/ml) โดยวิธี ABTS*****
ว่านนางคำ (เหง้า)	แช่ในตัวทำละลาย 3 วัน	18.60±0.11	42.56±0.33	8,750.35	9,662.75	944.39
	คลื่นอัลตร้าโซนิค 30 ^{0}C, 120 min	23.50±0.35	120.83±1.83	13,789.78	7,945.32	10,678.15
	Soxhlet 7 ชม.	7.12±1.02	342.63±9.23	10,455.27	1,709.33	6,724.97
หญ้าพังโหม (ใบ)	แช่ในตัวทำละลาย 3 วัน	20.69±0.11	29.66±0.41	9,483.48	1,887.96	2,944.97
	คลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 60 min	19.87±0.36	129.89±1.42	10,380.12	2,155.62	2,139.90
	Soxhlet 7 ชม.	19.69±0.07	337.15±6.94	11,132.87	2,031.66	2,110.93
ต้นหมี่ (ใบ)	แช่ในตัวทำละลาย 3 วัน	16.44±0.09	48.94±2.83	7,660.27	1,276.44	981.13
	คลื่นอัลตร้าโซนิค 30 ^{0}C, 60 min	17.80±0.40	244.76±1.39	9,845.96	1,611.23	744.74
	Soxhlet 5 ชม.	22.21±0.73	862.75±18.40	23,677.06	833.47	1,602.4
ปอเต่าไห้ (ใบ)	แช่ในตัวทำละลาย 3 วัน	19.61±0.11	87.43±4.92	13,791.15	1,602.27	604.22
	คลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 120 min	19.64±0.33	693.33±1.26	12,577.57	1,941.22	395.80
	Soxhlet 5 ชม.	21.67±0.22	651.57±12.70	23,443.38	767.21	10,492.06
น้อยหน่า (ใบ)	แช่ในตัวทำละลาย 3 วัน	28.85±0.87	78.44±2.29	15,010.28	1,631.88	869.01
	คลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 60 min	30.50±0.35	307.67±1.27	16,893.92	947.99	620.89
	Soxhlet 7 ชม.	26.25±0.58	647.22±20.48	27,428.45	488.51	42,164.45
สารมาตรฐาน BHT					180.32	215.45
สารมาตรฐาน Alpha-Tocopherol					383.14	375.01

* เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นแห้ง

** เป็นค่าเฉลี่ยของการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ±SD

*** เทียบกับน้ำหนักของสารสกัดหยาบ

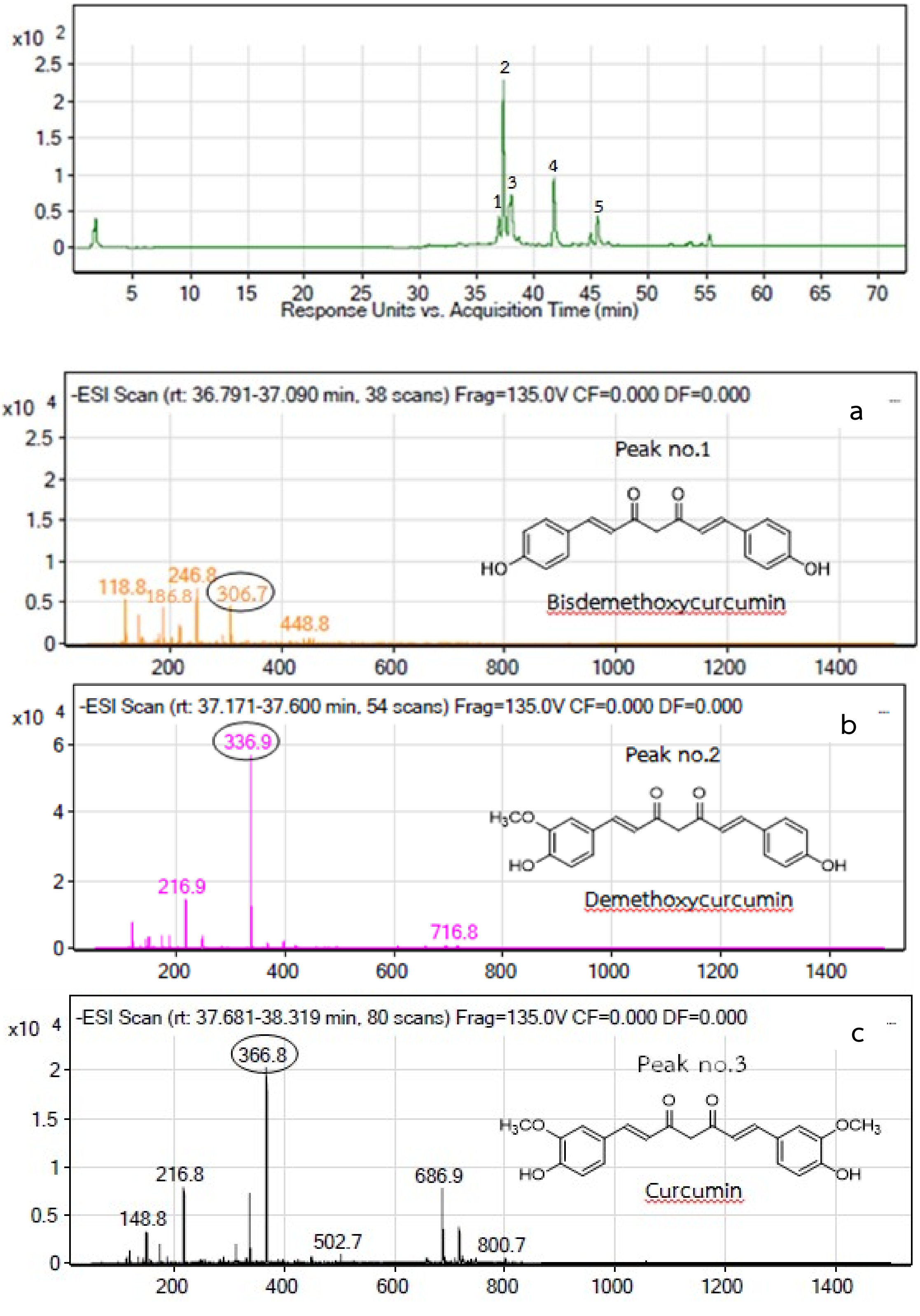
จากผลเปรียบเทียบการสกัดพืชจากสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละวิธีในตารางที่ 4 พบว่าผลการสกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่น ultrasonic นั้น ให้ผลไม่แตกต่างจากวิธีอื่นมาก และวิธีนี้มีข้อได้เปรียบจากวิธีอื่น คือ ใช้พลังงานต่ำ เวลาสั้น ดำเนินการง่าย ต้นทุนในการดำเนินการต่ำ เมื่อพิจารณาข้อได้เปรียบดังกล่าวร่วมกับผลการสกัด สามารถสรุปได้ว่าวิธีการสกัดนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดพืชตัวอย่างและสามารถสรุปสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชทั้ง 5 ชนิด ได้ดังตารางที่ 6

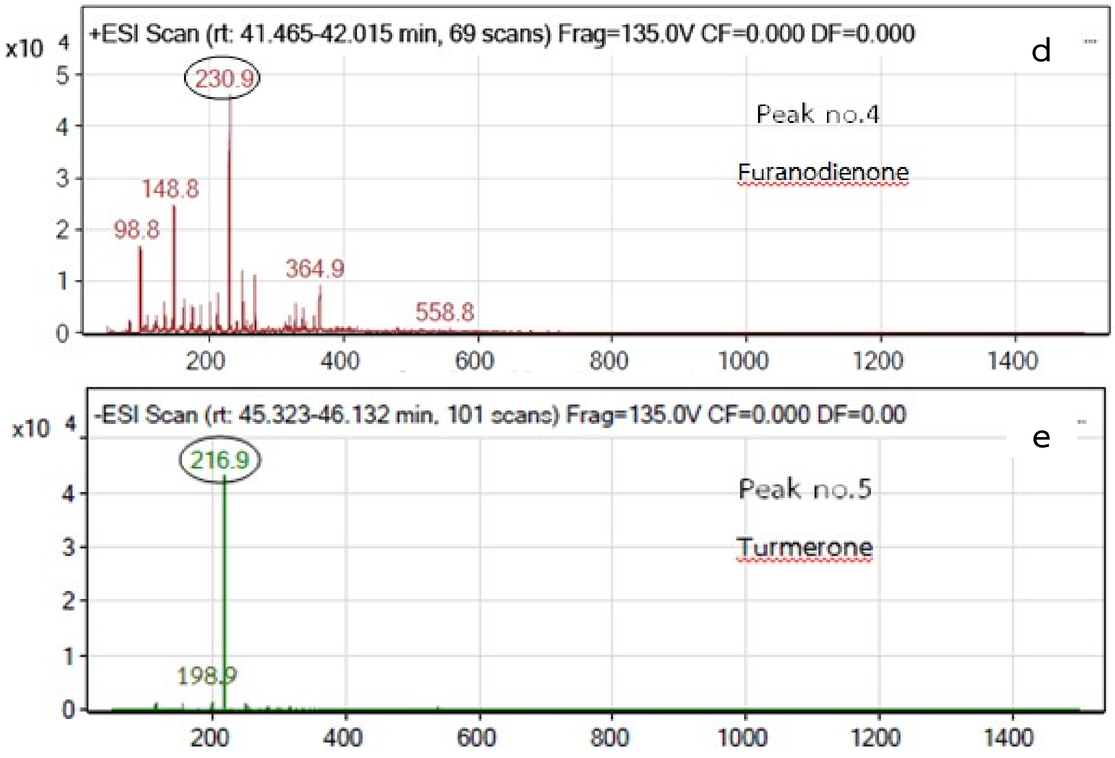
ตารางที่ 6 แสดงสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชแต่ละชนิด

ชื่อพืช	**ตัวทำละลาย**	**วิธีการสกัด**
ว่านนางคำ (เหง้า)	50% เอทานอล	ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 30 ^{0}C, 120 min
หญ้าพังโหม (ใบ)	70% เอทานอล	ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 60 min
ต้นหมี่ (ใบ)	70% เอทานอล	ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 30 ^{0}C, 60 min
ปอเต่าไห้ (ใบ)	50% เอทานอล	ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 120 min
น้อยหน่า (ใบ)	50% เอทานอล	ตัวทำละลายร่วมกับคลื่นอัลตร้าโซนิค 50 ^{0}C, 60 min

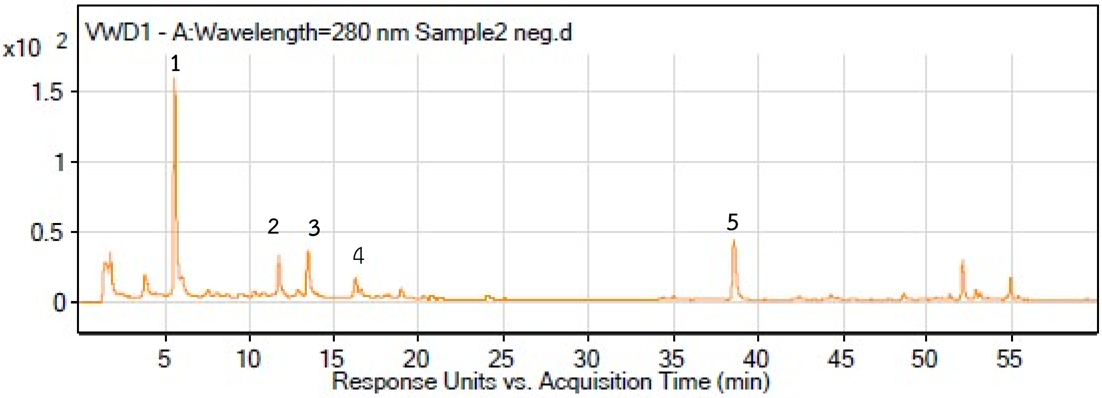
5. **ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสารสกัดตัวอย่างจากพืชแต่ละชนิด**

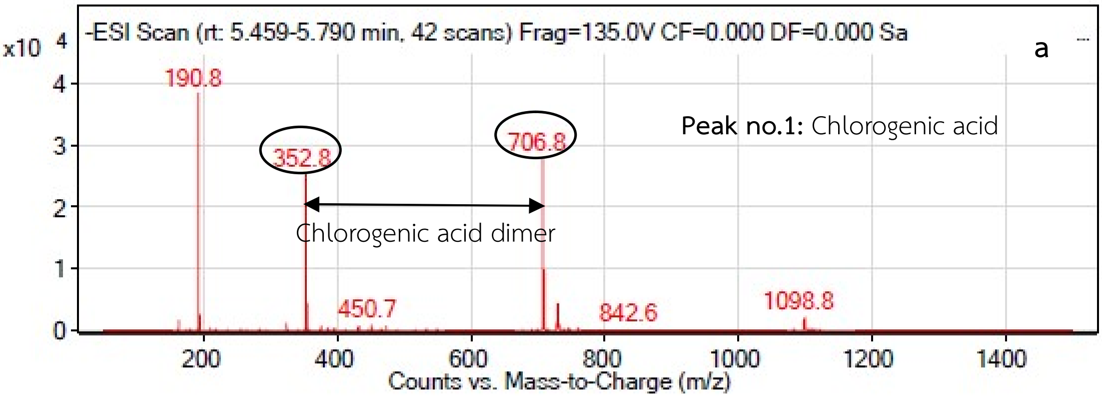
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสารสกัดหยาบจากพืชด้วย LC-ESI-MS องค์ประกอบหลักที่พบในพืชตัวอย่างแต่ละชนิด แสดงในตารางที่ 7 และแสดง HPLC chromatograms และ mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ในภาพที่ 3-7

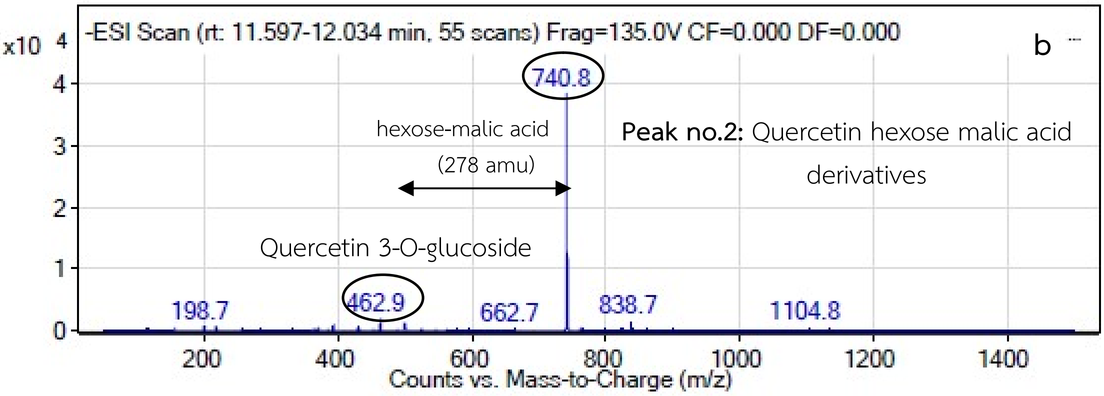

x10 2
Response Units vs. Acquisition Time (min)
1
2
3
4
5
-ESI Scan (rt: 36.791-37.090 min, 38 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
a
x10 4
Peak no.1
118.8
186.8
246.8
306.7
448.8
HO
OH
Bisdemethoxycurcumin
-ESI Scan (rt: 37.171-37.600 min, 54 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
b
x10 4
Peak no.2
336.9
216.9
716.8
H3CO
HO
OH
Demethoxycurcumin
-ESI Scan (rt: 37.681-38.319 min, 80 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
c
x10 4
Peak no.3
366.8
216.8
148.8
502.7
686.9
800.7
H3CO
HO
OCH3
OH
Curcumin

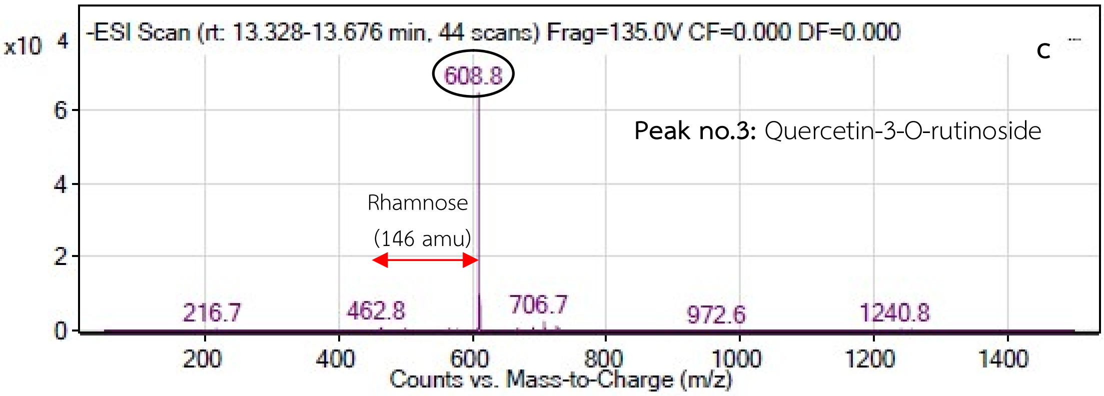


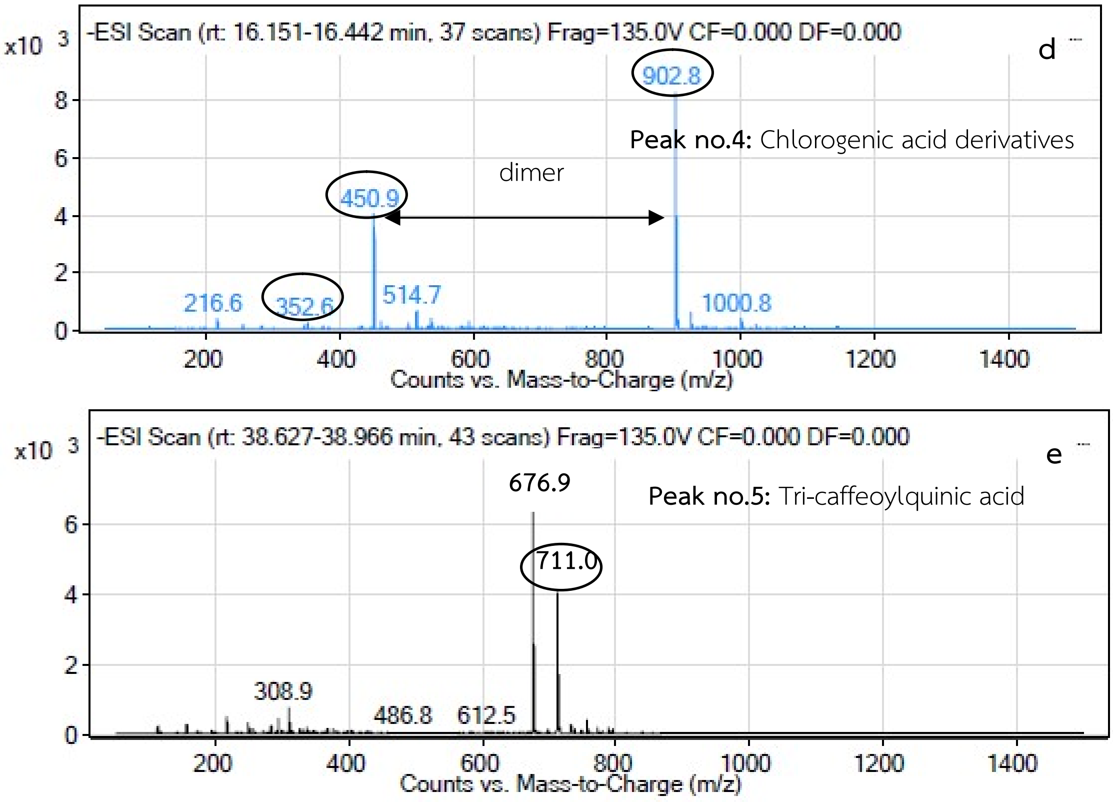
ภาพที่ 3 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบว่านนางคำ (เหง้า)


VWD1 - A:Wavelength=280 nm Sample2 neg.d
x10 2
1
2
3
4
5
Response Units vs. Acquisition Time (min)

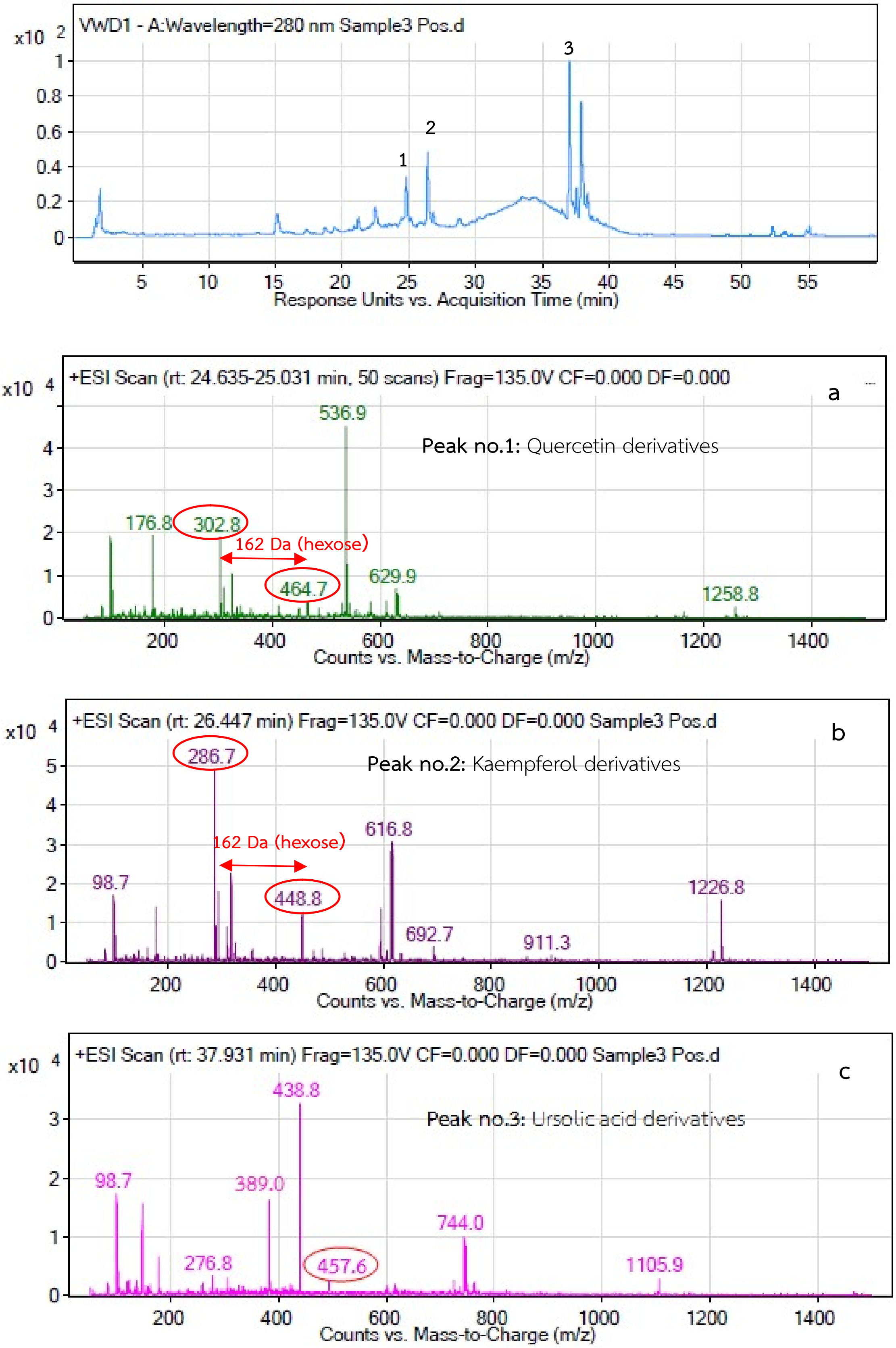

-ESI Scan (rt: 5.459-5.790 min, 42 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000 Sa
a
x10 4
190.8
352.8
706.8
Peak no.1: Chlorogenic acid
Chlorogenic acid dimer
450.7
842.6
1098.8
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)


-ESI Scan (rt: 11.597-12.034 min, 55 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
b
x10 4
740.8
hexose-malic acid
(278 amu)
Peak no.2: Quercetin hexose malic acid derivatives
Quercetin 3-O-glucoside
198.7
462.9
662.7
838.7
1104.8
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)

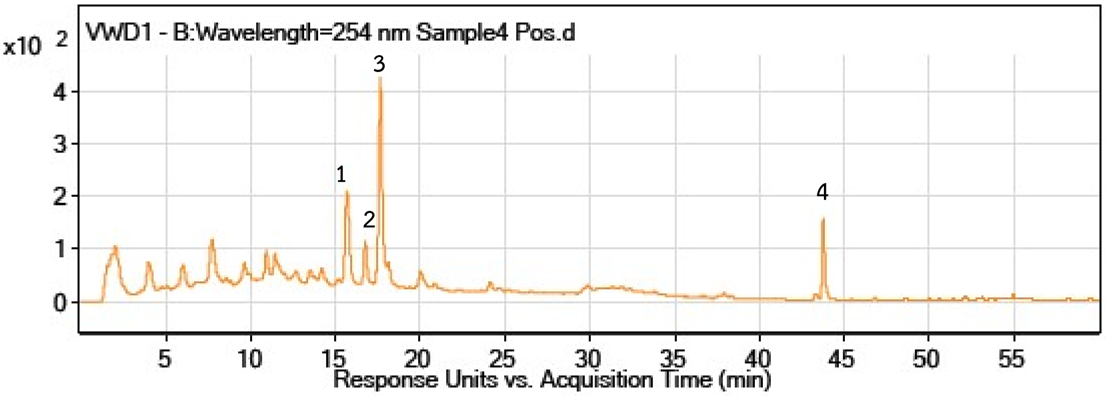

-ESI Scan (rt: 13.328-13.676 min, 44 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
c
x10 4
608.8
Peak no.3: Quercetin-3-O-rutinoside
Rhamnose
(146 amu)
216.7
462.8
706.7
972.6
1240.8
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)

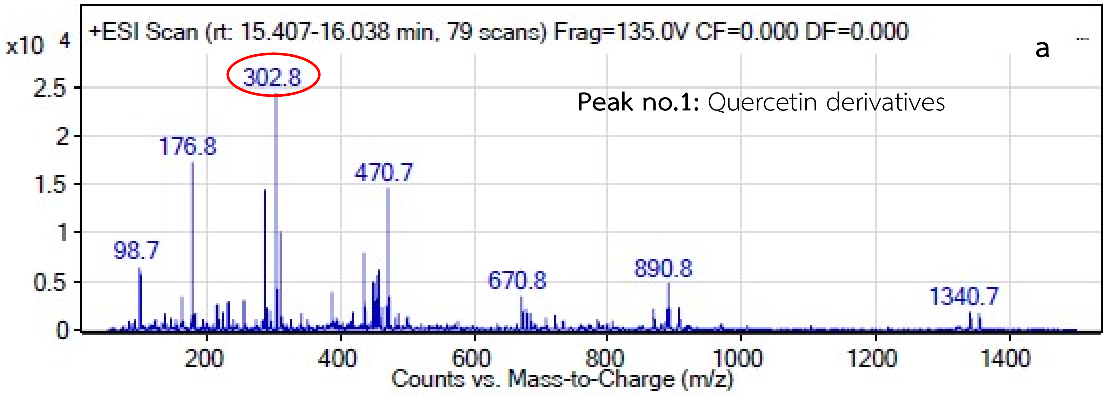


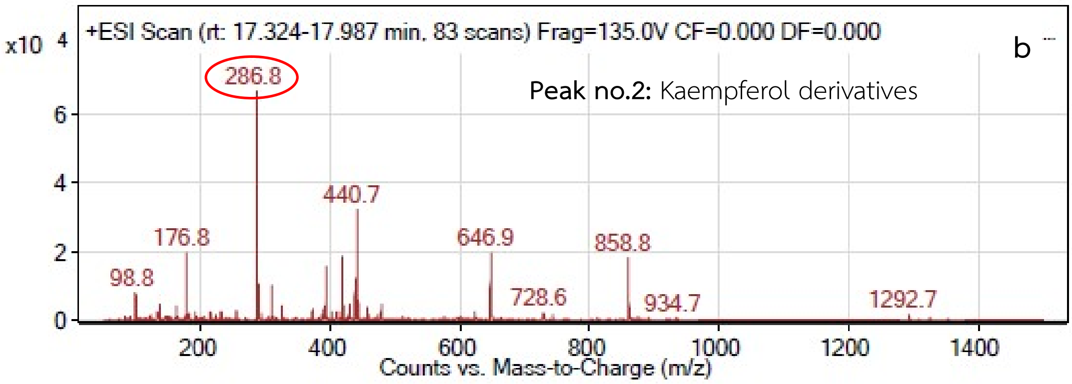
ภาพที่ 4 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบหญ้าพังโหม (ใบ)

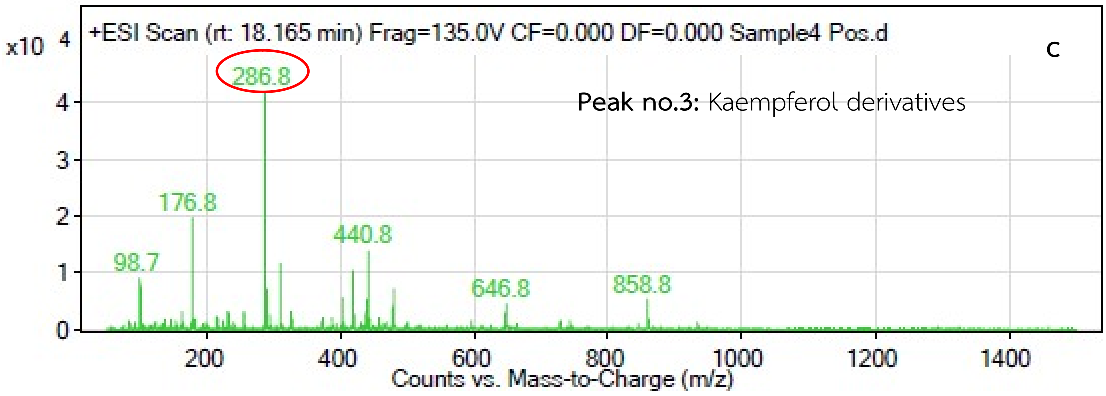


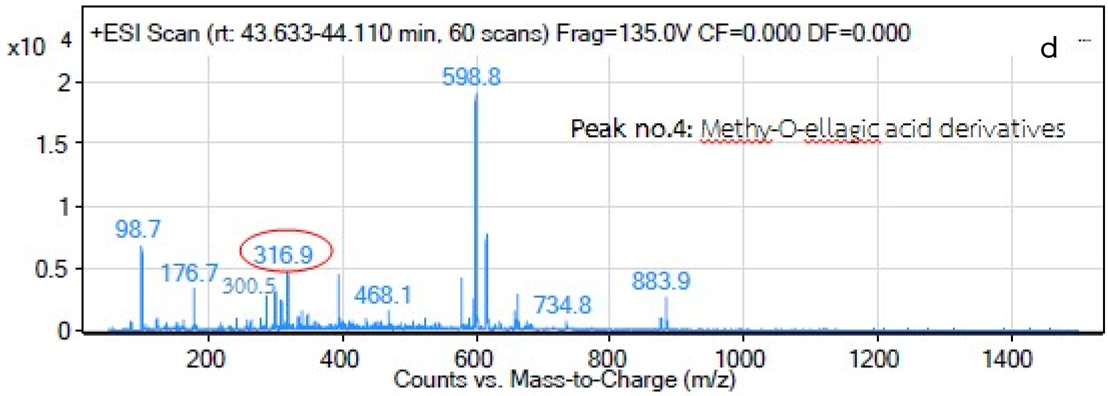
ภาพที่ 5 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบต้นหมี่ (ใบ)


VWD1 - B:Wavelength=254 nm Sample4 Pos.d
x10 2
1
2
3
4
Response Units vs. Acquisition Time (min)

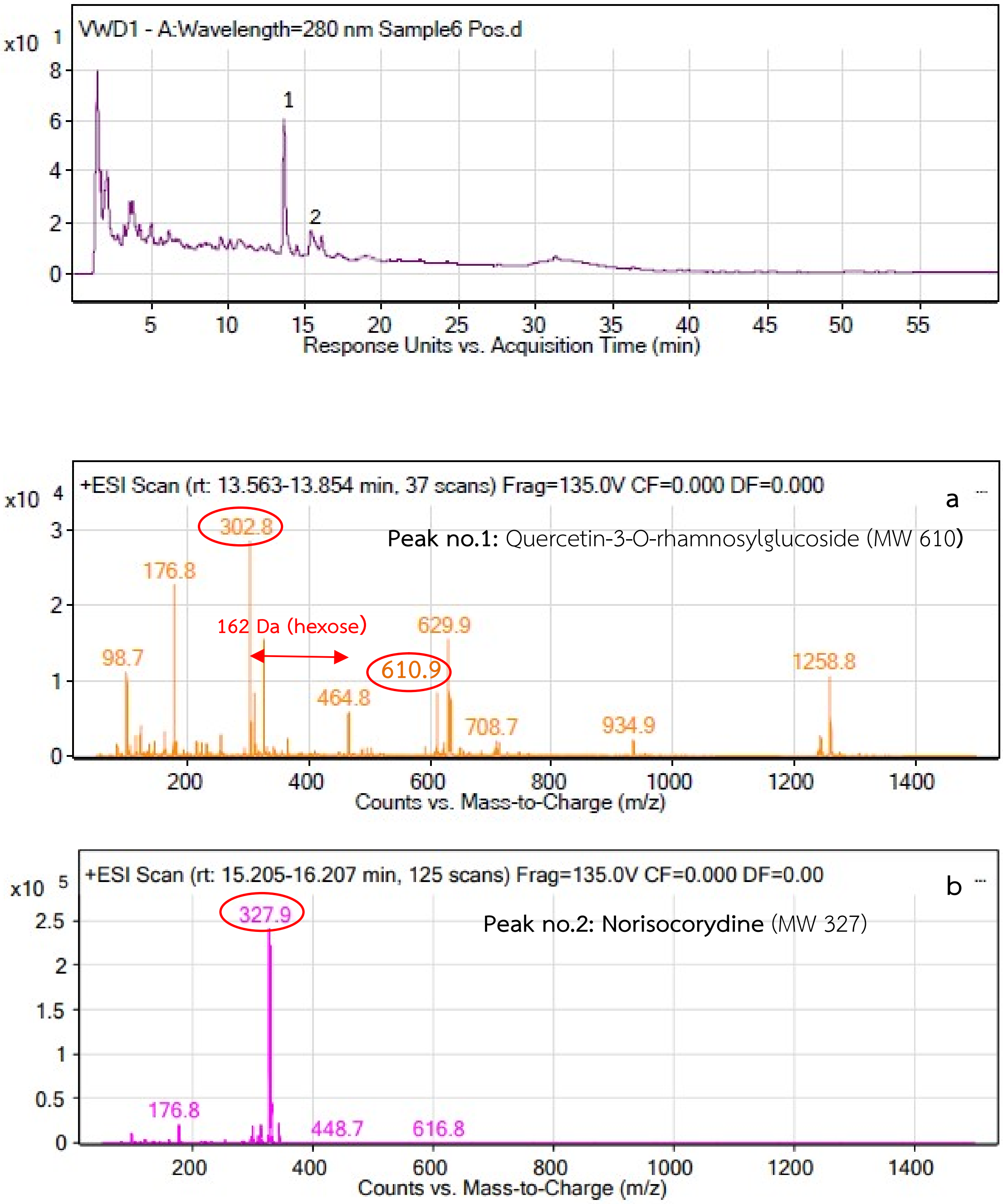

+ESI Scan (rt: 15.407-16.038 min, 79 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
a
x10 4
302.8
176.8
470.7
98.7
670.8
890.8
1340.7
Peak no.1: Quercetin derivatives
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)


+ESI Scan (rt: 17.324-17.987 min, 83 scans) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000
b
x10 4
286.8
440.7
176.8
646.9
858.8
98.8
728.6
934.7
1292.7
Peak no.2: Kaempferol derivatives
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)


+ESI Scan (rt: 18.165 min) Frag=135.0V CF=0.000 DF=0.000 Sample4 Pos.d
c
x10 4
286.8
176.8
440.8
98.7
646.8
858.8
Peak no.3: Kaempferol derivatives
Counts vs. Mass-to-Charge (m/z)



ภาพที่ 6 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบปอเต่าไห้ (ใบ)



ภาพที่ 7 แสดง HPLC chromatograms และ Mass spectra ของ peaks ในช่วงเวลาต่างๆ ของสารสกัดหยาบน้อยหน่า (ใบ)

ตารางที่ 7 สรุปองค์ประกอบหลักที่พบในสารสกัดหยาบของพืชแต่ละชนิด

ตัวอย่าง	องค์ประกอบ	อ้างอิง
ว่านนางคำ (เหง้า)	- Bisdemethoxycurcumin (mw 307.7) - Demethoxycurcumin (mw 337.9) - Curcumin (mw 367.8) - Furanodienone (mw 231.9) - Tumerone (mw 217.9)	- Bamba *et al.*, 2011 - Hao *et al.*, 2019
หญ้าพังโหม (ใบ)	- Chlorogenic acid (mw 354) - Quercetin hexose malic acid derivatives (mw 741) - Quercetin-3-O-rutinoside (mw 610) - Chlorogenic acid derivatives (mw 903.8) - Tri-caffeoylquinic acid (mw 712)	- Sun *et al.*, 2016 - Ibrahim *et al.*, 2015 - Simirgiotis *et al.*, 2015 - Said *et al.*, 2017
ต้นหมี่ (ใบ)	- Quercetin derivatives (mw 463.7) - Kaempferol derivatives (mw 447.8) - Ursolic acid derivatives (mw 456.6)	- Chen *et al.*, 2016 - Novotny *et al.*, 2003
ปอเต่าไห้ (ใบ)	- Quercetin derivatives (mw 301.8) - Kaempferol derivatives (mw 285.8) - Methy-O-ellagic acid derivatives (mw 315.9)	- Kumar *et al.*, 2017
น้อยหน่า (ใบ)	- Quercetin-3-O-rhamnosylglucoside (mw 610) - Norisocorydine ($C_{19}H_{21}NO_4$) (mw 327)	- Pawar and Nasreen, 2018 - Dholvitayakhun *et al.*, 2013 - Kotake *et al.*, 2004 - Panda and Kar, 2007 - Pandey and Barve, 2011

6. ผลการตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของตัวอย่างสารสกัด

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวอย่างสารสกัดหยาบในการยับยั้ง-ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่สำคัญในคนจำนวน 3 สายพันธุ์: (1) *S. aureus* DMST 8840 (2) *S. epidermidis* DMST 15505 และ (3) Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20651 พบว่าสารสกัดทั้ง 5 ตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบได้ปานกลางจนถึงค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า MIC อยู่ในช่วง 12,800-51,200 µg/ml และ MBC อยู่ในช่วง 25,600-51,200 µg/ml ดังแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimal Bactericidal Concentration (MBC) (µg/ml) ของตัวอย่างสารสกัด

ตัวอย่างสารสกัด	*S. aureus*		*S. epidermidis*		MRSA	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
ว่านนางคำ (เหง้า)	25,600	51,200	25,600	25,600	25,600	51,200
หญ้าพังโหม (ใบ)	25,600	51,200	25,600	25,600	25,600	51,200
ต้นหมี่ (ใบ)	12,800	25,600	25,600	25,600	25,600	51,200
ปอเต่าไห้ (ใบ)	25,600	51,200	25,600	51,200	25,600	51,200
น้อยหน่า (ใบ)	12,800	25,600	25,600	25,600	12,800	25,600

7. ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสกัดตัวอย่าง

7.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กลุ่มดูแลผิวพรรณ: เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ

7.1.1 ผลการทดลองหาสูตรเจลอาบน้ำพื้นฐานที่เหมาะสม

จากการศึกษา และทดลองปรับสูตรพื้นฐานของเจลอาบน้ำจนได้สูตรที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งพบว่าสูตรเจลอาบน้ำที่ได้นี้มีลักษณะเป็นของเหลวใสถึงสีเหลืองใส มีความหนืดที่พอเหมาะ คือเมื่อเทลงฝ่ามือแล้วไม่ไหลออกจากมืออย่างรวดเร็ว มีปริมาณฟองพอเหมาะ ล้างออกง่าย ไม่มีกลิ่นของสารเคมี และผิวไม่แห้งตึง ในขั้นตอนต่อไปจะนำสูตรพื้นฐานดังกล่าวนี้มาพัฒนาเป็นเจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำต่อไป

ตารางที่ 9 แสดงสูตรเจลอาบน้ำพื้นฐาน

ลำดับ	ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)	หน้าที่
1	Texapon N8000	33	สารชำระล้าง
2	Ammonium lauryl sulfate	3	สารชำระล้าง
3	Sodium chloride	3	เพิ่มความข้นหนืด
4	Water	56.50	ตัวทำละลาย
5	Glycerin	3	สารให้ความชุ่มชื้น
6	Fragrance	0.50	สารให้ความหอม
7	PHL	1	สารกันบูด

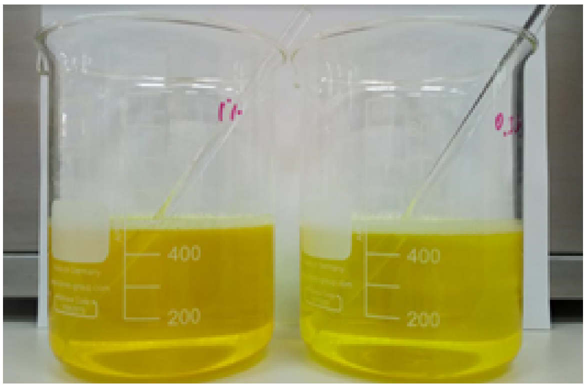
7.1.2 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของสารสกัดว่านนางคำที่เหมาะสม

7.1.2.1 การทดลองใช้สารสกัดว่านนางคำในตัวทำละลายเอทานอลผสมลงในผลิตภัณฑ์

นำสารสกัดว่านนางคำด้วยเอทานอลผสมลงในสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 9) ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1 , 0.5 , 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (ภาพที่ 8) พบว่าสารสกัดละลายได้ค่อนข้างยาก ต้องละลายด้วยน้ำผสมกับโพรพิลีนไกลคอล (PG) เมื่อตั้งทิ้งไว้สารสกัดบางส่วนจะตกตะกอนลงมา สีของผลิตภัณฑ์จะซีดลง และในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดความเข้มข้นตั้งแต่ 1% ขึ้นไป พบว่าสีของผลิตภัณฑ์จะกระเด็นเลอะติดสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ

ภาพที่ 8 แสดงสีของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (ในตัวทำละลายเอทานอล) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

7.1.2.2 การทดลองใช้สารสกัดว่านนางคำในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลผสมลงในผลิตภัณฑ์ จากการทดลองในข้อ 7.1.2.1 พบว่าการใช้สารสกัดว่านนางคำในตัวทำละลายเอทานอลผสมลงในผลิตภัณฑ์นั้นมีการใช้งานที่ค่อนข้างยาก จึงได้ทำการปรับโดยเปลี่ยนเป็นการนำผงว่านนางคำมาสกัดด้วยโพรพิลีนไกลคอล (สกัดที่สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาก่อนหน้า) ซึ่งจะได้สารสกัดว่านนางคำที่อยู่ในรูปของเหลวที่สามารถพร้อมใช้งาน จากนั้นจึงได้นำสารสกัดดังกล่าวมาทดลองผสมลงในสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 9) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 , 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งพบว่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเหลืองสวยเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 7.1.2.1 แต่ไม่พบตะกอนตกลงมาเมื่อตั้งทิ้งไว้ ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงสีของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1%

จากการทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ ได้เลือกใช้สารสกัดว่านนางคำ (ในตัวทำละลาย PG) ความเข้มข้น 0.1% ในสูตร เนื่องด้วยมีลักษณะสีที่น่าใช้ สีไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไป ความหนืดของเจลอาบน้ำอยู่ในระดับที่พอดีคือ เมื่อเทลงบนฝ่ามือแล้วไม่ไหลหกออกจากมือ สรุปสูตรผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ ดังแสดงในตารางที่ 10 และแสดงภาพผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงสูตรเจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ

<table>
<tr><th>ลำดับ</th><th>ส่วนประกอบ</th><th>INCI name</th><th>ร้อยละ (%)</th><th>หน้าที่</th></tr>
<tr><td>1</td><td>DI Water</td><td>Water</td><td>54.6</td><td>ตัวทำละลาย</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Texapon N8000</td><td>Sodium laureth sulfate</td><td>33</td><td>สารชำระล้าง</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Texapon ALS</td><td>Ammonium laureth sulfate</td><td>5</td><td>สารชำระล้าง</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Glycerin</td><td>Glycerin</td><td>3</td><td>สารให้ความชุ่มชื้น</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Sodium chloride</td><td>Sodium chloride</td><td>3</td><td>เพิ่มความข้นหนืด</td></tr>
<tr><td>6</td><td>PHL</td><td>Capryl hydroxamic acid (and) 1,2 – hexanediol (and) propanediol</td><td>1</td><td>สารกันบูด</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Fragrance</td><td>Fragrance</td><td>0.30</td><td>สารให้ความหอม</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">Curcuma aromatica (rhizome) extract in Propylene glycol</td><td>Propylene glycol</td><td rowspan="2">0.10</td><td>สารให้ความชุ่มชื้น/ตัวทำละลาย</td></tr>
<tr><td>Curcuma aromatica (rhizome) extract</td><td>antioxidant</td></tr>
</table>

วิธีการทำ

1. ต้มน้ำให้ร้อน 75-80 องศา แล้วแบ่งน้ำออกมา 1 ส่วนเพื่อละลายเกลือ Sodium chloride
2. ผสมสารข้อ 2 และ 3 เข้าด้วยกันแล้วนำน้ำอุ่นจำนวน 2 ส่วนที่เหลือมาละลาย คนเรื่อยๆ จนสารละลายหมด
3. เติมสารสกัดว่านนางคำ และ Glycerin ลงผสมในข้อที่ 2
4. เติมสารละลายเกลือในข้อที่ 1 ลงผสม
5. เติมสารที่เหลือลงผสม คนให้เข้ากันระวังอย่าคนแรงจะเกิดฟอง
6. วัด pH ให้อยู่ในช่วง 5-8 (ปกติ pH 6)
   หากมีฟองเยอะระหว่างผสมให้รอจนฟองยุบตัวก่อนจึงค่อยกรอกลงขวด

ภาพที่ 10 แสดงภาพผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำขนาด 180 ml

7.1.3 ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัด (Cell cytotoxicity)

- การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Keratinocyte โดยวิธี MTT assay ของสารสกัดที่ความเข้มข้นที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ (0.1% สารสกัดในตัวทำละลาย PG) เท่ากับ 7.66% ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษของสารสกัดต่อเซลล์ค่อนข้างต่ำ

7.1.4 ผลการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์

- จากการส่งผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำเพื่อทดสอบความคงตัว โดยเริ่มเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงสลับมาเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง คิดเป็นเวลา 1 รอบ ทำการทดสอบเช่นนี้จำนวน 8 รอบโดยวิเคราะห์ผลทางกายภาพคือ ความหนืด สี และวิเคราะห์ทางเคมีด้วยค่าความเป็นกรด-ด่าง ทุกๆ 2 รอบ (ตามรายงานผลการทดสอบ) พบว่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำมีความหนืดลดลงที่ผลการทดสอบที่ 6 เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานสีของผลิตภัณฑ์ยังคงมีสีเหลืองแต่สีจางลง ส่วนของค่าความเป็นกรด-ด่างนั้น เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลานานพบว่ามีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จากผลการทดสอบแบบเร่งนี้พบว่าผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำมีความคงตัวในระดับหนึ่ง พอที่จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติได้โดยไม่มีเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

7.1.5 ผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 14-2561): สบู่เหลวผสมสมุนไพร

- ลักษณะทั่วไป
  จากการตรวจพินิจ และการดม พบว่าลักษณะของเจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำเป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น มีกลิ่นหอม มีสีสม่ำเสมอ ไม่พบสิ่งแลกปลอม

- การระคายเคืองต่อผิวหนัง
  ไม่ได้ทำการทดสอบ

- สารปนเปื้อน

จากการส่งผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำทดสอบหาสารปนเปื้อน (ตะกั่ว สารหนู ปรอท และแคดเมียม) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าตรวจไม่พบสารปนเปื้อนทั้ง 4 ชนิด

- จุลินทรีย์

จากการส่งผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Clostridium spp.*) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด และการผลการทดสอบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา พบน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด

7.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กลุ่มดูแลเส้นผม: แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่

7.2.1 ผลการทดลองหาสูตรแชมพูพื้นฐานที่เหมาะสม

จากการศึกษา และทดลองปรับสูตรพื้นฐานแชมพู พบว่าได้สูตรที่เหมาะสมจากการศึกษานี้ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงสูตรแชมพูพื้นฐาน

ลำดับ	ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)	หน้าที่
1	Emal 270 TH	15	หัวแชมพู
2	Amphitol 55 AB	5	สารชำระล้าง
3	Aminon C-02S	5	สารเพิ่มความหนืด
4	Merquat 550 PR	1	สารปรับสภาพเส้นผม
5	PHL	1	สารกันเสีย
6	Fragrance	1	น้ำหอม
7	Water	71.8	ตัวทำละลาย
8	Citric acid	0.2	สารปรับค่ากรดด่าง

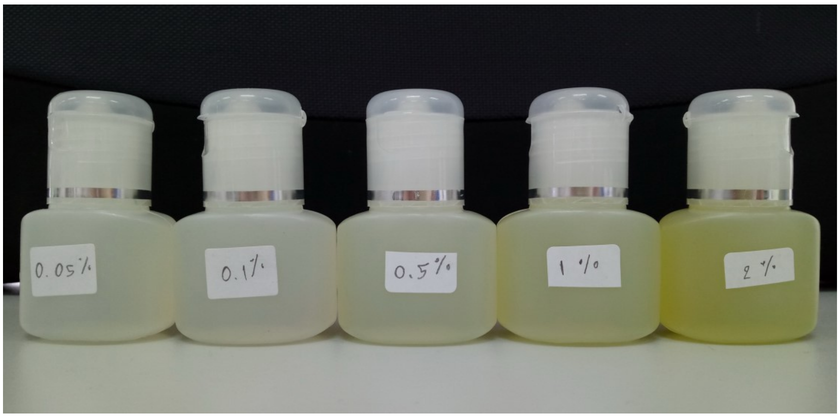
7.2.2 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของสารสกัดใบหมี่ที่เหมาะสม

7.2.2.1 การทดลองใช้สารสกัดใบหมี่ในตัวทำละลายเอทานอลผสมลงในผลิตภัณฑ์

นำสารสกัดใบหมี่ที่ละลายในตัวทำละลายเอทานอลผสมลงในเบสแชมพู (ตารางที่ 11) ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1 , 0.5 , 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก พบว่าสารสกัดละลายได้ค่อนข้างยาก ต้องละลายด้วยน้ำผสมกับโพรพิลีนไกลคอล เมื่อตั้งทิ้งไว้สารสกัดบางส่วนจะตกตะกอนลงมา สีของแชมพูซีดทำให้มีลักษณะที่ไม่น่าใช้

7.2.2.2 การทดลองใช้สารสกัดใบหมี่ในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลผสมลงในผลิตภัณฑ์

จากการทดลองในข้อ 7.2.2.1 พบว่าการใช้สารสกัดใบหมี่ในตัวทำละลายเอทานอลผสมลงในผลิตภัณฑ์ นั้นมีการใช้งานที่ค่อนข้างยาก จึงได้เปลี่ยนเป็นการนำผงใบหมี่มาสกัดด้วยโพรพิลีนไกลคอล (สกัดที่สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาก่อนหน้า) ซึ่งจะได้สารสกัดใบหมี่ที่อยู่ในรูปของเหลวที่สามารถพร้อมใช้งาน จากนั้นจึงได้นำสารสกัดดังกล่าวมาทดลองผสมลงในเบสแชมพู (ตารางที่ 11) ที่ความเข้มข้นสารสกัด 0.05, 0.1 , 0.5 , 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งพบว่าสีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีเขียวเหลือง มีความเข้มของสีเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อวางตั้งทิ้งไว้ 1 เดือนพบว่าสีของแชมพูซีดจางลงจึงได้เพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดเป็น 2 เท่าของความเข้มข้นเดิม (ความเข้มข้นที่ 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) เมื่อตั้งทิ้งไว้ในเวลาเท่ากันพบว่าสีของแชมพูจางลงเพียงเล็กน้อย และจากสูตรเบสแชมพูจากเดิม (ตารางที่ 11) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด มีผลทำให้แชมพูมีความหนืดลดลง จึงได้มีการปรับสูตรเบสของแชมพูให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วยสาร Merquat 550 PR จากสูตรเดิมใช้อัตราส่วนร้อยละ 0.1 เป็นร้อยละ 5 สรุปสูตรผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ ดังแสดงในตารางที่ 12 และแสดงภาพผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 แสดงแสดงสีของผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ตารางที่ 12 แสดงสูตรแชมพูผสมสารสกัดใบหมี่

ลำดับ	ส่วนประกอบ	INCI name	%	หน้าที่
1	DI water	Water	63.8	solvent
2	Emal 270 TH	Sodium laureth sulfate	15	cleaning
3	Amphitol 55 AB	Cocamide diethanolamine	5	viscosity controlling
4	Aminon C-02S	Cocamidopropyl betain	5	foam boosting
5	Merquat 550 PR	Polyquaternium-7	5	antistatic
6	*Litsea glutinosa* (leaves) extract in Propylene glycol	Propylene glycol	4	moisturizing
7		*Litsea glutinosa* (leaf) extract		humectant
8	PHL	Capryl hydroxamic acid (and) 1,2 – hexanediol (and) propanediol	1	antimicrobials
9	Fragrance	Fragrance	1	perfume
10	Vitamin B5	dl-Pentanol	0.1	Hair conditioning
11	Citric acid	Citric acid	0.1	pH Balance

ภาพที่ 12 แสดงภาพผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ขนาด 180 ml

7.2.3 ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัด (Cell cytotoxicity)

- การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Keratinocyte โดยวิธี MTT assay ของสารสกัดที่ความเข้มข้นที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ (4% สารสกัดในตัวทำละลาย PG) เท่ากับ 4.85% ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษของสารสกัดต่อเซลล์ค่อนข้างต่ำ

7.2.4 ผลการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์

- จากการส่งผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่เพื่อทดสอบความคงตัว โดยเริ่มเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงสลับมาเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง คิดเป็นเวลา 1 รอบ ทำการทดสอบเช่นนี้จำนวน 8 รอบ โดยวิเคราะห์ผลทางกายภาพคือความหนืด สี และวิเคราะห์ทางเคมีด้วยค่าความเป็นกรด-ด่างทุกๆ 2 รอบ (ตามรายงานผลการทดสอบ) พบว่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่มีความหนืดเพิ่มขึ้น และสีของผลิตภัณฑ์ยังคงมีสีที่เข้ม ส่วนของค่าความเป็นกรด-ด่างนั้นพบว่ามีความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จากผลการทดสอบแบบเร่งพบว่าแชมพูผสมสารสกัดใบหมี่มีความคงตัวที่ดีใกล้เคียงกับสภาพเดิมจึงพอเชื่อได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะไม่เสียเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติในช่วงเวลาหนึ่ง

7.2.5 ผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 12-2561): แชมพูผสมสมุนไพร

- ลักษณะทั่วไป

  จากการตรวจพินิจ และการดมพบว่าลักษณะของแชมพูสมุนไพรผสมสารสกัดใบหมี่เป็นของเหลวเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น มีกลิ่นหอม มีสีสม่ำเสมอ ไม่พบสิ่งแปลกปลอม

- การระคายเคืองต่อผิวหนัง

  ไม่ได้ทำการทดสอบ

- สารปนเปื้อน

  จากการส่งผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ทดสอบหาสารปนเปื้อน (ตะกั่ว สารหนู ปรอท และแคดเมียม) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าตรวจไม่พบสารปนเปื้อนทั้ง 4 ชนิด

- จุลินทรีย์

  จากการส่งผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดใบหมี่ทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus, Candida albicans, Clostridium spp.*) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด และการผลการทดสอบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา พบน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด

- ความเป็นกรด-ด่าง

  จากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ ด้วยเครื่องวัด pH ผลการวัดอยู่ที่ 7.77-7.84

7.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กลุ่มดูแลเส้นผม: ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่

7.3.1 ผลการทดลองหาสูตรครีมนวดผมพื้นฐานที่เหมาะสม

จากการศึกษา และทดลองปรับสูตรพื้นฐานครีมนวดผม พบว่าได้สูตรที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงสูตรครีมนวดผมพื้นฐาน

ลำดับ	ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)	หน้าที่
1	Cetyl alcohol	3	สารให้ความชุ่มชื้นและเพิ่มความหนืด
2	Steryl alcohol	1.5	สารให้ความชุ่มชื้นและเพิ่มความหนืด
3	Dehydrag wax AB	7	สารประสาน 2 วัฏภาค
4	Dehyquat AC	5	สารชำระล้างประจุบวก
5	Propylene glycol	2	สารให้ความชุ่มชื้น
6	D-panthenol	2	สารปรับสภาพผม
7	Silicone oil	2	สารให้ความชุ่มชื้น
8	Bronidox - L	0.1	สารกันเสีย
9	น้ำหอม	เติมในปริมาณที่	สารให้ความหอม
10	สี	พอเหมาะ	สารแต่งสี
11	EDTA	0.1	สารกันการรวมตัว
12	สารสกัดสมุนไพร	10	สารสำคัญ
13	น้ำ	65	ตัวทำละลาย

วิธีการทำ

1. แยกเตรียมเป็น 2 วัฏภาค : วัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน
    1.1 วัฏภาคน้ำ : ละลาย EDTA ลงในน้ำจนใส แล้วอุ่นให้ได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
    1.2 วัฏภาคน้ำมัน : หลอมสารข้อ 1-3 จนหมดแล้วเติมสาร 4-7 ลงไปผสมตามลำดับ อุ่นให้ได้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
2. เทผสมวัฏภาคน้ำลงในวัฏภาคน้ำมัน คนผสมไปเรื่อยๆ จนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 45 องศาเซลเซียส จึงเติมสารสกัดสมุนไพร และสารข้อที่ 8-10 ลงไปตามลำดับ

7.3.2 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของสารสกัดใบหมี่ที่เหมาะสม

ทำการทดลองใส่สารสกัดใบหมี่ในตัวทำละลาย PG ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1, 0.5, 1 และ 2 ลงในสูตรครีมนวดผมพื้นฐาน (ตารางที่ 13) ดังแสดงในภาพที่ 13 และ 14 ซึ่งพบว่า การใช้สารสกัดในความเข้มข้นต่ำเนื้อครีมนวดผมมีสีขาว ครีมมีความข้นหนืด แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้นเนื้อครีมนวดผมมีความข้นหนืดลดลง และมีสีเขียวของสารสกัดเพิ่มขึ้น ซึ่งผลของการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดเป็นไปในทิศทางเดียวกับแชมพู ดังนั้นจะได้ปรับสูตรพื้นฐาน และปริมาณร้อยละของสารสกัดลงในสูตรพื้นฐานเช่นเดียวกับแชมพู สรุปสูตรผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ ดังแสดงในตารางที่ 14 และแสดงภาพผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 15

ภาพที่ 13 แสดงสีครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ (ในตัวทำละลาย PG) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

(1) (2) (3)

ภาพที่ 14 แสดงลักษณะครีมนวดผมก่อนใส่สารสกัดใบหมี่ (1) ขณะกำลังใส่สารสกัดใบหมี่ (2) และครีมนวดผมเมื่อผสมสารสกัดใบหมี่ (3)

ตารางที่ 14 แสดงสูตรครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่

ลำดับ	ส่วนประกอบ	INCI name	ร้อยละ (%)	หน้าที่
1	DI Water	Water	71	Solvent
2	Dehydrag wax AB	Cetyl alcohol (and) cetrimonium chloride (and) glyceryl stearate (and) cocoamide MEA (and) cocoamide DEA	10	Emollient
3	Dehyquat AC	Cetrimonium chloride (and) Cocamidopropyl betain	5	Antistatic
4	*Litsea glutinosa* (leaf) extract in Propylene glycol	Propylene glycol	4	Moisturizing
5		*Litsea glutinosa* (leaf) extract		Humectants
6	Lexfeel	Neopentyl glycol diheptanoate (and) isododecane	3.5	Emollient
7	Merquat 550 PR	Polyquaternium-7	2.5	Antistatic
8	Cetyl alcohol	Cetyl alcohol	1	Viscosity controlling
9	Vitamin B5	dl-Panthenol	1	Hair conditioning
10	PHL	Capryl hydroxamic acid (and) 1,2 – hexanediol (and) propanediol	1	Antimicrobials
11	Fragrance	Fragrance	1	Perfume

(1)

(2)

ภาพที่ 15 แสดงภาพผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ขนาด 180 ml (1) และ 100 ml (2)

7.3.3 ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัด (Cell cytotoxicity)

- การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Keratinocyte โดยวิธี MTT assay ของสารสกัดที่ความเข้มข้นที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ (4% สารสกัดในตัวทำละลาย PG) เท่ากับ 4.85% ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษของสารสกัดต่อเซลล์ค่อนข้างต่ำ

7.3.4 ผลการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์

- จากการส่งผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่เพื่อทดสอบความคงตัว โดยเริ่มเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงสลับมาเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง คิดเป็นเวลา 1 รอบ ทำการทดสอบเช่นนี้จำนวน 8 รอบโดยวิเคราะห์ผลทางกายภาพคือความหนืด สี และวิเคราะห์ทางเคมีด้วยค่าความเป็นกรด-ด่าง ทุกๆ 2 รอบ (ตามรายงานผลการทดสอบ) พบว่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่มีความหนืดลดลง และสีของผลิตภัณฑ์ยังคงมีสีจางลง ส่วนของค่าความเป็นกรด-ด่างนั้นพบว่ามีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ก่อนทดสอบ จากผลการทดสอบแบบเร่งพบว่าครีมผสมสารสกัดใบหมี่มีความคงตัวในระดับหนึ่ง พอที่จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

7.3.5 ผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 93/2553): ครีมนวดผมผสมสมุนไพร

- ลักษณะทั่วไป
  จากการตรวจพินิจ และการดมพบว่าลักษณะของครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่เป็นเนื้อครีมเหลวเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน มีกลิ่นหอม มีสีสม่ำเสมอ ไม่พบสิ่งแปลกปลอม

- สี
  สีผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ

- กลิ่น
  ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นดีตามส่วนประกอบ

- การระคายเคืองต่อผิวหนัง
  ไม่ได้ทำการทดสอบ

- สารปนเปื้อน
  จากการส่งผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ทดสอบหาสารปนเปื้อน (ตะกั่ว สารหนู ปรอท และแคดเมียม) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าตรวจไม่พบสารปนเปื้อนทั้ง 4 ชนิด

- จุลินทรีย์

  จากการส่งผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus, Candida albicans, Clostridium spp.*) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่า ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด และผลการทดสอบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา พบน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด

- ความเป็นกรด-ด่าง

  ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ที่ 4.65 – 5.55

สรุปและเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาการสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม และทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบที่ได้เพื่อหาพืชที่มีศักยภาพสำหรับนำมาผลิตสารออกฤทธิ์ทางเวชสำอาง พบว่า ว่านนางคำ (เหง้า) หญ้าพังโหม (ใบ) ต้นหมี่ (ใบ) ปอเต่าไห้ (ใบ) น้อยหน่า (ใบ) เป็นพืชที่มีศักยภาพสำหรับนำมาสกัดเพื่อใช้ศึกษาต่อไป

2. จากผลการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพืชที่มีศักยภาพทั้ง 5 ชนิด พบว่า การสกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายร่วมกับคลื่น ultrasonic นั้น เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการสกัดพืชทั้ง 5 ตัวอย่าง และสภาวะที่ได้จากการศึกษานี้จะใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. จากผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสารสกัดตัวอย่างโดย LC-MS พบสารในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ไกลโคไซด์ เทอร์พีน เทอร์พีนอยด์ และอัลคาลอยด์

4. จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวอย่างสารสกัดหยาบในการยับยั้ง-ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่สำคัญในคนจำนวน 3 สายพันธุ์: (1) *S. aureus* DMST 8840 (2) *S. epidermidis* DMST 15505 และ (3) Methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) DMST 20651 พบว่าสารสกัดทั้ง 5 ตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบได้ปานกลางจนถึงค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า MIC อยู่ในช่วง 12,800-51,200 µg/ml และ MBC อยู่ในช่วง 25,600-51,200 µg/ml

5. จากผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์จากสารสกัดที่ได้ โดยนำมาทำการพัฒนาสูตรเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอางใน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ และกลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ คือ (1) เจลอาบน้ำผสมสารสกัดว่านนางคำ (2) แชมพู และ (3) ครีมนวดผมผสมสารสกัดใบหมี่ เมื่อทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์พบว่า สารสกัดให้ค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ เมื่อทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์ทุกตัวมีความคงตัวในระดับหนึ่ง พอที่จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และเมื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่าผลิตภัณฑ์ทุกตัวผ่านเกณฑ์ดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

จิตรวนา จันทร์ขอนแก่น จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และ พิชัย สนแจ้ง. 2555. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชุมชนบ้านบ่อหวี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 สาขาส่งเสริมการเกษตร และคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช. หน้า 225-265.

ธนภร อำนวยกิจ. 2552. เวชสำอาง. Thai Pharmaceutical and Health Science Journal. 4(1): 94-110.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2544. เครื่องสำอางเพื่อความสะอาด. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 376 หน้า.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2551. คู่มือพรรณไม้ป่าเต็งรัง. 154 หน้า.

วรนุช อภิรักษ์เดชาชัย. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อเครื่องสำอางสมุนไพรประเภทผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2547. เวชสำอาง : อิงกระแสผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ...แนวโน้มที่น่าสนใจ (ออนไลน์ อ้างถึงวันที่ 15 มิถุนายน 2558)
แหล่งที่มา:http://www.manager.co.th/iBizchannel/ViewNews.aspx?NewsID=9470000055596

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2545. คู่มือผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเศรษฐกิจชุมชน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอุตสาหกรรม. 2553. กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ปรับสภาพเส้นผม (มาตรฐานเลขที่ มผช. 93/2553).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 12-2561). แชมพูผสมสมุนไพร. กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 14-2561). สบู่เหลวผสมสมุนไพร. กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2552. ป่าเต็งรังแม่น้ำภาชี. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 216 หน้า.

อัศวชัย ช่วยพรหม ณสพล โพธิ์วิจิตร มาลี บรรจบ ธิดารัตน์ บุญรอด ปิยะวรรณ บูชา และ บุญญาณี ศุภผล. 2553. การพัฒนาตำรับเวชสำอางบำรุงผิวผสม embelin. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2(2): 69-77.

Bamba, Y., Y.S. Yun, A. Kunugi and H. Inoue. 2011. Compounds isolated from *Curcuma aromatica* Salisb. Inhibit human P450 enzymes. J. Nat. Med. 65: 583-587.

Basri, D.F. and S.H. Fan. 2005. The potential of aqueous and acetone extracts of galls of *Quercus infectoria* as antibacterial agents. Indian J. Pharmacol. 37(1): 26-29.

Chen, G., X. Li, F. Saleri and M. Guo. 2016. Analysis of flavonoids in *Rhamnus davurica* and its antiproliferative activities. Molecules. 21: 1-14.

Dholvitayakhun, A., N. Trachoo, U. Sakee and T.P.T. Cushnie. 2013. Potential applications for *Annona squamosa* leaf extract in the treatment and prevention of foodborne bacterial disease. Nat. Prod. Commun. 8(3): 385-388.

Hao, M., D. Ji, L. Li, L. Su, J. Zhang, Q. Wang, W. Gu, C. Jiang, T. Lu and C. Mao. 2019. Metabolic profiling analysis of three processed rhizomes of *Curcuma wenyujin Y.H. Chen et C.*

Ling by ultra-performance liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry. Pharmacogn. Mag. 15: 164-171.

Ibrahim, R.M., A.M. El-Halawany, D.O. Saleh, E.M.B.E. Naggar, A.E.R.O. El-Shabrawy and S.S. El-Hawary. 2015. HPLC-DAD-MS/MS profiling of phenolics from *Securigera securidaca* flowers and its anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic activities. Revista Brasileira de Farmacognosia. 25(2): 134-141.

Kotake, Y., K. Okuda, M. Kamizono, N. Matsumoto, T. Tanahashi, H. Hara, C.P. Dominique and S. Ohta. 2004. Detection and determination of reticuline and *N*-methylcoculaurine in the *Annonaceae* family using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. B. 806: 75-78.

Kumar, S., A. Singh and B. Kumar. 2017. Identification and characterization of phenolics and terpenoids from ethanolic extracts of Phyllanthus species by HPLC-ESI-QTOF-MS/MS. J. Pharm. Anal. 7(4): 214-222.

Novotny, L., M.E. Abdel-Hamida, H. Hamza, I. Masterova and D. Grancai. 2003. Development of LC-MS method for determination of ursolic acid: application to the analysis of ursolic acid in *Staphylea holocarpa* Hemsl. J. Pharm. Biomed. Anal. 31: 961-968.

Panda, S. and A. Kar. 2007. Antidiabetic and antioxidative effects of *Annona squamosa* leaves are possibly mediated through quecetin-3-O-glucoside. BioFactor. 31: 201-210.

Pandey, N. and D. Barve. 2011. Phytochemical and pharmacological review on *Annona squamosa* Linn. Int. J. Res. Pharm. Biomed. Sci. 2(4): 1404-1412.

Pawar, D.S. and S. Nasreen. 2018. HR-LCMS of phytoconstituents and antifungal activity of medicinal plant. J. Med. Plants Stud. 6(1): 173-176.

Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. 26: 1231-1237.

Said, R.B., A.I. Hamed, U.A. Mahalel, A.S. Al-Ayed, M. Kowalczyk, J. Moldoch, W. Oleszek and A. Stochmal. 2017. Tentative characterization of polyphenolic compounds in the male flowers of *Phoenix dactylifera* by Liquid Chromatography coupled with Mass Spectrometry and DFT. Int. J. Mol. Sci. 18: 1-18.

Simirgiotis, M.J., J. Benites, C. Areche and B. Sepúlveda. 2015. Antioxidant capacities and analysis of phenolic compounds in three endemic *Nolana* species by HPLC-PDA-ESI-MS. Molecules. 20: 11490-11507.

Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics and phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 6: 144-158.

Siramon, P. and Y. Ohtani. 2007. Antioxidative and antiradical activities of *Eucalyptus camaldulensis* leaf oils from Thailand. J. Wood Sci. 53(6): 498-504.

Sun J., F. Liang, Y. Bin, P. Li and C. Duan. 2007. Screening non-colored phenolics in red wines using liquid chromatography/ultraviolet and mass spectrometry/mass spectrometry libraries. Molecules. 12: 679-693.

Wolfe, K., X. Wu and R.H. Liu. 2003. Antioxidant activity of apple peels. J. Agric. Food Chem. 51: 609-614.