

นิพนธ์ต้นฉบับ

**การศึกษาสารพฤษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ
สารสกัดสมุนไพรเพื่อพัฒนาเป็นเซรั่มสมุนไพรบำรุงมือ**

**ณัฐวรรณ วรรณมณี¹ ภัทธรา สิริวัฒนาารกุล¹ สุกัญญา มูณี¹ อนงค์นาถ มณีโชติ¹
วิทวัส หมาดอี¹ และ กุสุมาลย์ น้อยผา^{1*}**

¹หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง 93210

*ผู้นิพนธ์ที่ให้การติดต่อ E-mail: kusumarn.n@hotmail.com

Received date: March 1, 2021; Revised date: March 23, 2021; Accepted date: November 2, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสารพฤษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชัน มังคุด ญี่ฮรี แพร่และมะขามป้อม จากการศึกษาสารพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบสมุนไพร พบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ และอัลคาลอยด์ นอกจากนี้ศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวม โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu ด้วยสารละลายมาตรฐานกรด แกลลิก พบว่าสารสกัดจากเหง้าขมิ้น เปลือกมังคุด ผลมะขามป้อม และญี่ฮรีแพร่ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด เท่ากับ 481.12 ± 1.00 , 399.45 ± 1.15 , 355.06 ± 2.30 , $41.67.00$ มิลลิกรัมสมบูร์นของกรดแกลลิกต่อ น้ำหนักสารสกัดหยาบ 1 กรัม ตามลำดับ และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดจาก มะขามป้อมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ มังคุด ขมิ้นชัน และญี่ฮรีแพร่ ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.41, 22.21 และ 97.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จึงนำไป พัฒนาเป็นส่วนผสมของเซรั่มบำรุงมือ

คำสำคัญ : ปริมาณฟีนอลิก, พฤษเคมี, ต้านอนุมูลอิสระ

Phytochemical Study, Total Phenolic, and Antioxidant Activity of Herbal Extracts for Development of a Hand Treatment Serum

Nattawan Wanmanee¹ Phattharadara Siriwattanavorakul¹ Sukanya Munee¹

Anongnat Maneechot¹ Wittawat Marde¹ and Kusumarn Noipha^{1*}

¹Bachelor of Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Science,
Thaksin University Phatthalung Province 932102

*Corresponding Author E-mail: kusumarn.n@hotmail.com

Abstract

This research studied phytochemical screening, total phenolic, and antioxidant activity of *Curcuma longa* L., *Garcinia mangostana* L., *Centotheca lappacea* (L.) Desv., and *Phyllanthus emblica* L. The study revealed that the phytochemical screening of crude extract detected flavonoids and alkaloid. Furthermore, the total phenolic was studied by Folin-Ciocalteu method, using gallic acid, and later found the total phenolic of *C. longa*, *G. mangotana*, *C. lappacea*, and *P. emblica* were 481.12 ± 1.00 , 399.45 ± 1.15 , 355.06 ± 2.30 , $41.67.00 \text{ mg GAEg}^{-1}$ respectively. When analyzed for antioxidant activity by DPPH method, it showed that the crude extract from *P. emblica* contained the highest antioxidant activity, with an IC_{50} of $0.62 \mu\text{g/mL}$. On the other hand, the crude extract from *G. mangostana*, *C. longa*, and *C. lappacea* indicated different value of IC_{50} which were 8.41, 22.21, and 97.16, respectively. The herbal extracts were used for preparing a hand treatment serum.

Keywords: Total Phenolic, Phytochemicals, Antioxidant

บทนำ

เซรัม (Serum) เป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิวที่อุดมไปด้วยสารสกัดที่เข้มข้น มีโมเลกุลขนาดเล็ก ลักษณะของเซรัมจะมีความเหลวไปถึงกึ่งเหลว อาจจะมีไขมัน ชุ่ม หรือมีสี ขึ้นอยู่กับส่วนผสมและสารสกัดในแต่ละสูตรของเซรัมมีเนื้อสัมผัสที่บางเบาว่าผลิตภัณฑ์ประเภทครีม จึงสามารถซึมเข้าสู่ผิวได้ลึกและรวดเร็ว เซรัมจะมีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์สำคัญ (Active ingredients) ที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผิวประเภทอื่น ๆ⁽¹⁾ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยในการฟื้นฟูบำรุงผิวที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้ได้เป็นประจำแต่ยังคงให้ผลลัพธ์ที่ดี โดยทั่วไปเซรัมจะมีความชุ่มชื้นแก่ผิว และบำรุงผิวได้อย่างลึก

เนื่องจากในสารสกัดมะขามป้อมมีสรรพคุณช่วยบำรุงเนื้อหนังให้สมบูรณ์⁽²⁾ ทั้งนี้ในทางวิทยาศาสตร์พบว่า สารสกัดมะขามป้อมมีสารฟีนอล ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงมาก⁽³⁾ และยังมีคุณสมบัติที่ดีสำหรับผิว ได้แก่ มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส และยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส⁽⁴⁾ นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ผิวขาวกระจ่างใสอีกด้วย⁽⁵⁾ ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรที่มีคุณประโยชน์และสรรพคุณมากมาย และอยู่คู่กับวิถีชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คนสมัยก่อนจะใช้ขมิ้นทาเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียและใช้สบู่อัดก้อนใช้สบู่อัดก้อนใช้ทาบริเวณผิวหนังหลังจากโกนผมเพื่อรักษาแผล ใช้ดูแลผิวหน้าเพื่อให้ผิวพรรณดูเนียนเรียบสวยงาม⁽⁶⁾ เปลือกมังคุดหากนำเปลือกด้านในของมังคุดมาผ่านกรรมวิธีพิเศษทางเคมี จะสามารถสกัดได้สารแซนโทน ในปริมาณสูง ซึ่งสารดังกล่าวมีสรรพคุณทางการแพทย์ที่สำคัญ คือ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ สมานแผล⁽⁷⁾ และหลูอีอาร์มีสรรพคุณช่วยชะลอการถูกทำลายของคอลลาเจน (Collagen) และอีลาสติน (Elastin) ทำให้คงสภาพความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของผิว เซลล์ผิวเสื่อมหรือเกิดริ้วรอยช้าลง⁽⁸⁾ นอกจากนี้เซรัมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเทียบกับกับผลิตภัณฑ์บำรุงผิวประเภทอื่น เช่น ครีม หรือโลชั่น โดยการทำงานของสารเพิ่มประสิทธิภาพ จะแสดงผลให้เห็นถึงความแตกต่างมากกว่าในระยะเวลาการใช้ที่เท่ากัน

ปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ทางกระทรวงสาธารณสุขจึงมีมาตรการต่าง ๆ ในการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรค และเน้นย้ำในเรื่องของการล้างมือบ่อย ๆ เพราะในการดำเนินชีวิตประจำวันส่วนใหญ่มักจะใช้มือหยิบจับสิ่งของและ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ การล้างมือให้สะอาดก่อนและหลังทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ เนื่องจากการล้างมือบ่อยๆเป็นการทำให้มือสูญเสียความชุ่มชื้นทำให้มือแห้งกร้านจนอาจนำไปสู่การเกิดแผลบริเวณมือได้ ผลิตภัณฑ์เซรัมบำรุงมือจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยคืนความชุ่มชื้นให้แก่ผิวมือได้ ดังนั้นจากสรรพคุณของขมิ้นชัน มังคุด หลูอีอาร์ และมะขามป้อมเบื้องต้น งานวิจัยนี้จึงนำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมของเซรัมบำรุงมือที่ช่วยฟื้นฟูและบำรุงมือได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรัมสมุนไพรบำรุงมือ

ระเบียบวิธีการศึกษา

1. การเตรียมสกัดสารจากสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด

นำสมุนไพรแห้ง 3 ชนิด ได้แก่ เหง้าขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์ หนัก 500, 500, 200 กรัม ตามลำดับ มาบดหยาบ ๆ จากนั้นนำมาสกัดด้วยวิธีการหมักด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% โดยใส่ตัวทำละลายจนท่วมสมุนไพรที่ต้องการสกัด เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง และทำการเขย่าทุกวัน ๆ ละ 15 นาที เป็นเวลา 7 วัน กรองเอาแต่สารสกัดส่วนของเหลวแล้วนำไปทำให้เข้มข้นด้วยจนได้สารสกัดหยาบ ส่วนการเตรียมสารสกัดเตรียมโดย นำผลมะขามป้อมสด 2 กิโลกรัม นำปั่นแยกกากออกเอาแต่น้ำ นำน้ำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง เอาน้ำส่วนที่ใสไปการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจนได้สารสกัดหยาบแล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดหยาบ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดหยาบสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละของสารสกัดหยาบ} = (\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ} / \text{น้ำหนักของสมุนไพรแห้ง}) \times 100$$

2. วิธีการศึกษา

2.1 การศึกษาพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด

การศึกษาพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 4 โดยแบ่งการทดสอบสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน⁽⁹⁾ ดังนี้

การตรวจสอบสารแอนทราควิโนน ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำละลายกรดซัลฟิวริก (10% H₂SO₄) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่านำไปอุ่น 5 นาทีกรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปเติมน้ำละลายแอมโมเนีย (10% NH₃) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพูแดงเกิดขึ้นแสดงว่าพบ แอนทราควิโนน

การตรวจสอบแอลคาลอยด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำละลายกรดซัลฟิวริก (10% H₂SO₄) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่น 5 นาทีกรองส่วนที่ไม่ละลายออกแล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปหยดสารละลายตราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's reagent) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีส้มแดงแสดงว่า พบแอลคาลอยด์

การตรวจสอบสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำละลายคลอโรฟอร์ม (Chloroform) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง (Filtrate) เติมน้ำละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% FeCl₃) จำนวน 5 หยด เขย่าเติมน้ำกรดกลacialแอซิดิก (Glacial acetic acid) จำนวน 5 หยด เขย่า และค่อย ๆ เติมน้ำกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H₂SO₄) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่า พบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

การตรวจสอบแทนนิน ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออกน้ำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมน้ำละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% FeCl₃) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำ หรือน้ำเงินดำแสดงว่า พบแทนนิน

การตรวจสอบสารฟลาโวนอยด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50% เอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ใส่หลอดแมกนีเซียมชิ้นเล็ก ๆ ลงไป 1 ชิ้น และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl) จำนวน 5 หยด เขย่า แล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มแสดงว่า พบฟลาโวนอยด์

การทดสอบสารเทอร์พีนอยด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม (Chloroform) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H₂SO₄) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่า พบเทอร์พีนอยด์

การทดสอบสารสเตียรอยด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม (Chloroform) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก เติมกรดกลacialแอซีติก (Glacial acetic acid) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วเติมกรดซัลฟิวริก (conc. H₂SO₄) จำนวน 3 หยด ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียวแสดงว่า พบสเตียรอยด์

การทดสอบสารซาโปนิน ใช้การทดสอบแบบการเกิดฟองโดยชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 5 นาที เขย่าอย่างแรงถ้าปรากฏฟองถาวรเกิดขึ้น ในหลอดทดลองแสดงว่า พบซาโปนิน

การทดสอบสารคูมาริน ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50% เอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่ากรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง (Filtrate) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6M NaOH) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มแสดงว่าพบคูมาริน

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenic, Skerget, and Knez (2007) ⁽¹⁰⁾ ซึ่งใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน โดยการผสมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (ความเข้มข้น 0.0001-0.1 mg/mL) หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร กับ Folin-Ciocalteu colorimetric ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติม สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.35 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที วัดค่าความดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโดยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Braca, Sortino, Politi, Morelli, and Mendez (2002) ⁽¹¹⁾ เตรียมสารละลาย DPPH radical ในเอทานอล 0.2 มิลลิโมลาร์ และเตรียมสารตัวอย่างในเอทานอล และเติม DPPH ปริมาตร 1 mL ลงไปในสารละลายแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 1 mL เขย่าให้เข้ากันและบ่มไว้ในที่มีดประมาณ 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร และคำนวณค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition) จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\% \text{ DPPH radical inhibition} = [1 - (A_{\text{sample}}/A_{\text{control}})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง และ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

2.4 การพัฒนาเซรัมสมุนไพรบำรุงมือ

พัฒนาสูตรเซรัมจากการใช้เบสเซรัมสำเร็จจากบริษัทแห่งหนึ่งซึ่งผ่านการทดสอบสารเสถียรโดยใช้สารสกัดสมุนไพรความเข้มข้น 5% โดยน้ำหนักของสารสกัด โดยเติมสารสกัดเหง้าขมิ้นชัน เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้าไพร่เข้มข้นอย่างละ 1% และผลมะขามป้อมเข้มข้น 2% ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม สีสม่ำเสมอ และมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติ สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพรให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ออกตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอางฉบับที่มีผลบังคับใช้⁽¹²⁾ แล้วนำสารสกัดสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มาละลายในตัวทำละลาย polyethylene glycol ผสมกับเบสเซรัม หมักไว้ 24 ชั่วโมง และเติมน้ำมันหอมระเหยเพื่อแต่งกลิ่น

การศึกษาความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีของเซรัมสมุนไพรบำรุงมือด้วยวิธีอุณหภูมิสูงสลับอุณหภูมิต่ำ (Heating/cooling cycle) โดยนำเซรัมสมุนไพรบำรุงมือที่พัฒนาขึ้นบรรจุในขวดปิดสนิท นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเซรัมไปเข้าตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบทดสอบทั้งหมด 6 รอบแล้วทำการประเมินผลลักษณะทางกายภาพของเซรัม สี กลิ่น ความเนียน การแยกชั้น ลักษณะของเซรัมเมื่อทาบนผิวหนัง และค่า pH ก่อนและหลังกระบวนการ heating/cooling cycle⁽¹³⁾

การศึกษาความเป็นพิษต่อผิวหนังของสารสกัดทั้ง 4 ชนิด การทดสอบทางผิวหนังของมะขามป้อม สำหรับสรรพคุณทางด้านผิวหนัง มีรายงานว่าสารสกัดมะขามป้อมเป็นสารประกอบที่มีส่วนของ โพลีไฮดรอกซีฟีนอล ได้แก่ วิตามินซี กรดแกลลิก (Gallic acid), กรดเอลลิจิก (Ellagic acid), สารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารกลุ่มแทนนิน เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษา การออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในสารสกัดมะขามป้อม พบว่าสารสกัดมะขามป้อมสามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Anti-tyrosinase activity) ได้ดีโดยมีค่า % inhibition คือ $48.38 \pm 4.77\%$ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดมะขามป้อมสามารถช่วยทำให้ผิวพรรณขาว กระจ่างใสได้เนื่องจากสามารถยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีในผิวหนังที่เกิดจากเอนไซม์ไทโรซิเนสได้⁽¹⁴⁾ การทดสอบทางผิวหนังของขมิ้นชันมีสรรพคุณในการต่อต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านโรค ช่วยบำรุงผิวพรรณ ชะลอวัย ลดริ้วรอยตามผิวหนัง ช่วยให้ผิวพรรณนุ่มนวล ขาวผ่องใส รักษาโรคผิวหนัง ช่วยแก้ผื่นคัน ช่วยสมานแผล โดยขมิ้นชันประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ที่มีอยู่ในเหง้าของขมิ้นชัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์โลชั่นและเซรัมขมิ้นชันลดสี พบว่าไม่เป็นพิษต่อผิวหนังและสิ่งแวดล้อมในปริมาณที่แนะนำให้ใช้ในสูตรตำรับ⁽¹⁵⁾ จากการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งผิวหนังของสารสกัดหยาบกลุ่ม xanthone จากเปลือกมังคุด พบว่าสารสกัดหยาบกลุ่ม xanthone จากเปลือกมังคุดมีความสามารถในการฆ่าเซลล์มะเร็งผิวหนังได้ดีโดยมีค่า IC_{50} ที่ 19.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ทดลองพบว่าสารสกัดกลุ่ม xanthone จากเปลือกมังคุดสามารถฆ่าเซลล์มะเร็งได้ดีที่สุดที่ช่วงเวลา 3 ถึง 6 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 30 และ 40 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ดังนั้นจึงใช้ค่าความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าวมาทำการทดลองเพื่อดูลักษณะการตายของเซลล์ที่เกิดขึ้นแบบ apoptosis พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบกลุ่ม xanthone จากเปลือกมังคุด 30 และ 40 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ณ ช่วงเวลาที่ 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถพบเซลล์มะเร็งมีขนาดเล็กลง มีการรวมตัวของ chromatin ได้อย่างชัดเจน⁽¹⁶⁾ จากการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของหญ้าไพร่ทางผิวหนังในกระต่าย พบว่าเมื่อนำหญ้าไพร่สกัดด้วยน้ำ หญ้าไพร่สกัดด้วยเอทานอลและน้ำส้มควินไม้หญ้าไพร่ ไม่ก่อความระคายเคืองต่อผิวหนังกระต่ายแต่อย่างใด⁽¹⁷⁾

3. สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2021

ผลการศึกษา

1. การสกัดสารจากสมุนไพร

จากการสกัดสารจากสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ผสมเสริม ได้แก่ เหง้าขมิ้น เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้าไรรพ์ และผลมะขามป้อม พบสารสกัดหยาบจากเหง้าขมิ้นหนัก 47.94 กรัม คิดเป็น 9.58 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดหนัก 76.37 กรัม คิดเป็น 15.27 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดหยาบจากหญ้าไรรพ์หนัก 10.38 กรัม คิดเป็น 5.19 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดหยาบจากมะขามป้อมหนัก 67.34 กรัม คิดเป็น 3.36 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 1

2. การตรวจสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

จากการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นในการสกัดหยาบ ได้แก่ เหง้าขมิ้นชั้น เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้าไรรพ์และผลมะขามป้อม พบสารพฤกษเคมีเหมือนกัน คือ ฟลาโวนอยด์ ส่วนคาร์ดิออกไลโคไซด์และเทอร์พีนอยด์พบสารพฤกษเคมีเหมือนกัน ได้แก่ เหง้าขมิ้นชั้น เปลือกมังคุดและผลมะขามป้อม แอนทราควิโนนและแทนนินพบในเหง้าขมิ้นชั้นและเปลือกมังคุด คูมารินพบในเหง้าขมิ้นชั้นและผลมะขามป้อม แอลคาลอยด์พบในผลมะขามป้อม สเตียรอยด์พบในลำต้นเหนือดินของหญ้าไรรพ์และซาโปนินพบในเปลือกมังคุดเท่านั้น ดังตารางที่ 2

3. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Determination of Total Phenolic Content: TPC)

จากการหาปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric ซึ่งใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐานพบว่าได้กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกดังภาพที่ 1 ($y = 5.616x + 0.283$, $R_2 = 0.9701$) จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก นำไปคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดสมุนไพร พบว่าสารสกัดจากเหง้าขมิ้น เปลือกมังคุด ผลมะขามป้อม และหญ้าไรรพ์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 481.12 ± 1.00 , 399.45 ± 1.15 , 355.06 ± 2.30 , $41.67.00$ มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดหยาบ 1 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

4. การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโดยวิธี DPPH

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโดยวิธี DPPH ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm พบว่าสารสกัดจากมะขามป้อมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ เปลือกมังคุด ขมิ้นชั้น และหญ้าไรรพ์ ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.41, 22.21 และ 97.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

5. ผลิตภัณฑ์เสริมสมุนไพรบำรุงมือ

ไม่พบสารสเตียรอยด์ในเบสเสริมจากบริษัทแห่งหนึ่ง ผสมสารสกัดในเบสเสริมได้เสริมสีเหลืองใส ค่า pH เท่ากับ 4 เนื้อเสริมละเอียด เมื่อทาบนผิวหนังซึมเข้าผิวได้ดี ไม่เหนียวเหนอะหนะ มีกลิ่นหอม

อภิปรายผล

1. การสกัดสารจากสมุนไพรร

จากผลการสกัดด้วยเอทานอล 95% ของสมุนไพรร 4 ชนิด ได้แก่ เหง้าขมิ้นชัน เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์และผลมะขามป้อม พบว่าตัวทำละลายเอทานอลสามารถสกัดสารสกัดหยาบได้ปริมาณมากที่สุดคือ ร้อยละ 9.58, 15.27, 5.19, 3.36 ตามลำดับ และพบว่าพืชที่ให้ปริมาณสารสกัดหยาบมากที่สุด ได้แก่ เปลือกมังคุด คือ ร้อยละ 15.27 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนิษฐา อุดมทรัพย์พงศ์และรัตติยา คุณเขตพิทักษ์วงศ์ (2558)⁽¹⁸⁾ พบว่าสารสกัดหยาบเปลือกมังคุด คิดเป็นร้อยละ 16.47 ของน้ำหนักเปลือกมังคุดสารสกัดหยาบ

2. การตรวจสอบพิษของเคมีเบื้องต้น

จากการศึกษาพิษของเคมีเบื้องต้น 9 กลุ่มสาร ได้แก่ แอนทราควิโนน แอลคาลอยด์ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ ซาโปนินและคูมาริน โดยการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสีและการเกิดตะกอนของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรรบางชนิดที่ใช้ทำเซรัมบำรุงมือ ได้แก่ เหง้าขมิ้นชัน เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์ และผลมะขามป้อม ซึ่งในเหง้าขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ แอนทราควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์และคูมาริน โดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ พาลาภา มะณีแนมและศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล (2561)⁽¹⁹⁾ พบว่าการทดสอบพิษของเคมีจากสารสกัดหยาบของเหง้าขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ ฟลาโวนอยด์และคูมาริน แต่ไม่พบสารกลุ่มแอนทราควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์และเทอร์ปีนอยด์ เปลือกมังคุดที่สกัดด้วยเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ แอนทราควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์และซาโปนิน ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์ที่สกัดด้วยเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ ฟลาโวนอยด์และสเตียรอยด์และผลมะขามป้อมที่สกัดด้วยเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ แอลคาลอยด์ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์และคูมาริน โดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ประสพอร รินทองและคณะ (2560)⁽²⁰⁾ พบว่าการทดสอบพิษของเคมีจากสารสกัดหยาบของผลมะขามป้อมที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลพบสารพิษเคมี ได้แก่ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์และคูมาริน แต่ไม่พบสารกลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

3. ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมโดยใช้วิธี Folin-ciocalteu reagent ซึ่งใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐานในการหาปริมาณรวมของสารโพลีฟีนอล และ quercetin ก็เป็นสารมาตรฐานสำหรับหาปริมาณรวมของสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ (2560)⁽²¹⁾ พบว่าสารสกัดหยาบของเหง้าขมิ้นชันให้ปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 481.12 ± 1.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมาคือเปลือกมังคุด ผลมะขามป้อมและลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 399.45 ± 1.15 , 355.06 ± 2.30 และ 41.67 ± 0.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรัสรัตน์ ปานโคก, อรพิน เกิดชูชื่นและณัฐภา เลหากุลจิตต์ (2555)⁽²²⁾ พบว่ามะขามป้อมมีปริมาณสารฟีนอลิกสูงเท่ากับ 260.20 mg GAE/g DW รองลงมาคือ ขมิ้นชัน ในการทดลองนี้สารสกัดขมิ้นชันมีปริมาณฟีนอลิกเท่ากับ 184.12 mg GAE/ g DW ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พื้นที่การปลูกรวมถึงสภาพภูมิประเทศ ตามทฤษฎีของ Vajragupta, O., Boonchoong, P., Boonyarat, C. and Utsintong, M. (2006)⁽²³⁾

4. การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโดยวิธี DPPH

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด 3 อันดับแรก โดยเรียงลำดับ คือ สารสกัดหยาบของมะขามป้อม มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ณพัธูร บัวฉุนและวิชุดา มั่นจิตร (2555)⁽²⁴⁾ ที่พบว่าสกัดหยาบจากผลมะขามป้อมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 18.12 ± 0.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดหยาบของเปลือกมังคุด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.41 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดหยาบของเหง้าขมิ้นชัน มีค่า IC_{50} เท่ากับ 22.21 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

บทสรุป

จากการศึกษาสารพฤกษเคมีของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด คือ เหง้าขมิ้นชัน เปลือกมังคุด ลำต้นเหนือดินของหญ้ารูปร่างและผลมะขามป้อม พบว่าสามารถตรวจพบสารกลุ่มแอนทราควิโนน แอลคาลอยด์ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ ซาโปนินและคูมาริน ซึ่งจากผลการหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดหยาบเหง้าขมิ้นชันให้ปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 481.12 ± 1.00 มิลลิกรัมสมบูร์นของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดหยาบ 1 กรัม และเมื่อนำไปศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดหยาบมะขามป้อมมีค่า IC_{50} มากที่สุด เท่ากับ 0.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เสริม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุงในการสนับสนุนทุนวิจัย และคณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

ตาราง ภาพ และแผนภาพ

ตารางที่ 1 น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดหยาบ (% Yield)

สารสกัด	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (g)	สารสกัดหยาบ (%)
เหง้าขมิ้นชัน	47.94	9.58
เปลือกมังคุด	76.37	15.27
ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์	10.38	5.19
ผลมะขามป้อมสดสกัดด้วยน้ำ	67.34	3.36

ตารางที่ 2 การตรวจสอบหาสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทานอล

สารสกัด	เหง้าขมิ้นชัน	เปลือกมังคุด	ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์	ผลมะขามป้อม
แอนทราควิโนน	+	+	-	-
แอลคาลอยด์	-	-	-	+
คาร์ดิแอกไกลโคไซด์	+	+	-	+
แทนนิน	+	+	-	-
ฟลาโวนอยด์	+	+	+	+
เทอร์ปีนอยด์	+	+	-	+
สเตียรอยด์	-	-	+	-
ซาโปนิน	-	+	-	-
คูมาริน	+	-	-	+

หมายเหตุ - หมายถึง ตรวจสอบไม่พบ + หมายถึง ตรวจสอบพบ

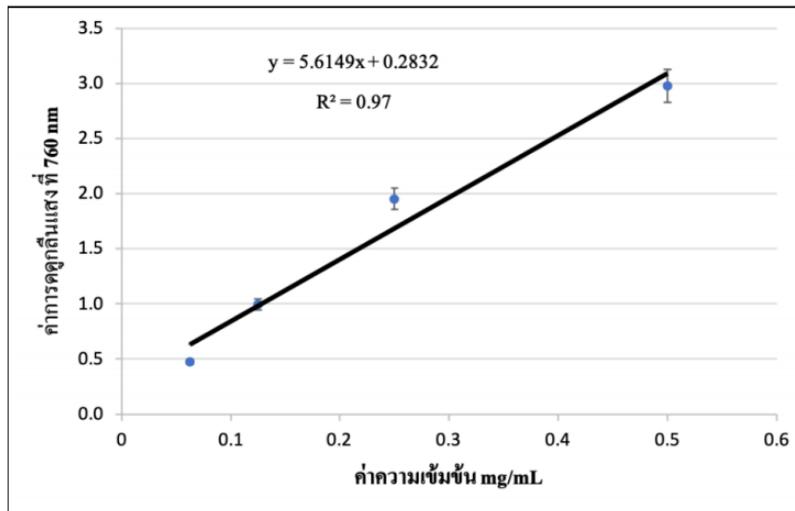
ตารางที่ 3 ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดหยาบเอทานอลโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric

สารสกัด	ความเข้มข้น (mg/mL)	ปริมาณฟีนอลิกรวมmgGAE.g ⁻¹			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย ($\bar{X} \pm SD$)
เหง้าขมิ้นชัน	0.5	479.70	481.48	482.20	481.12±1.00
เปลือกมังคุด	0.5	396.00	401.36	401.00	399.45±1.15
ลำต้นเหนือดินของหญ้ารีแพร์	1	41.67	41.67	41.67	41.67±0.00
ผลมะขามป้อม	0.5	355.06	358.26	351.86	355.06±2.30
เซรัมสมุนไพรบำรุงมือ	1%	11.97	12.19	12.19	28.22±0.12*

*เทียบปริมาณเซรัมเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อมิลลิกรัมแกลลิกจึงได้หน่วยเป็นมิลลิกรัมแกลลิกต่อเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาดเอทานอลโดยวิธี DPPH

สารสกัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/mL}$)	เฉลี่ย ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	IC ₅₀ (Mean \pm SD)
เหง้าขมิ้นชัน	40.00	75.92 \pm 0.00	22.21
	20.00	50.06 \pm 0.04	
	10.00	27.79 \pm 0.09	
	5.00	20.62 \pm 0.00	
เปลือกมังคุด	10.00	58.21 \pm 0.06	8.41
	5.00	32.37 \pm 0.06	
	2.50	16.43 \pm 0.02	
	1.25	3.14 \pm 0.05	
	0.625	4.83 \pm 0.02	
ลำต้นเหนือดินของหญ้า รีแพร์	100.00	55.90 \pm 8.70	97.16
	50.00	21.12 \pm 12.74	
	25.00	8.70 \pm 3.13	
	2.50	11.73 \pm 8.27	
	0.625	5.52 \pm 3.96	
ผลมะขามป้อม	10.00	86.20 \pm 0.01	0.62
	5.00	85.35 \pm 0.27	
	2.50	74.75 \pm 0.42	
	1.25	47.47 \pm 0.27	
	0.625	52.02 \pm 0.20	
Gallic acid	3	93.76 \pm 0.01	0.87
	1.5	93.29 \pm 0.00	
	0.75	58.63 \pm 0.03	
	0.375	29.14 \pm 0.01	
	0.187	15.11 \pm 0.01	



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตรกับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid)

เอกสารอ้างอิง

1. พัลลภช นิลสุวรรณโฆษิต, ธงชัย สุวรรณสิขณน, หทัยรัตน์ ริมศิริ และ สุพนิดา วินิจฉัย. (2557, กุมภาพันธ์). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมของนีโอโชมไฟโบรอินไฮโดรไลเสทจากรังไหมอีรี่**. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52, 348-355.
2. รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วงศ์สถิต ฉั่วกุล, ภาณุพงศ์ พงษ์ชีวิน, เลอญญากาญจน์ พงศ์กิจวิฑูร, อัมพล บุญเปล่งและ อุบลวรรณ บุญเปล่ง. (2557). **สมุนไพรรและเรื่องยาไทยในยาสามัญประจำบ้าน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: หจก.สามลดา จำกัด.
3. Scartezini, P., Antognoni, F., Raggi, M.A., Poli, F., & Sabbioni, C. (2006). Vitamin C content and antioxidant activity of the fruit and of the Ayurvedic preparation of *Embllica officinalis* Gaertn. **Journal of Ethnopharmacology**. 104(1-2), 113-118.
4. Pienta weeratch, Pana pibal, and Tansiri kongkol. (2016). **Antioxidant, anti-collagenase and anti-elastase activities of Phyllanthus emblica**. Manilkara zapota and silymarin: an in vitro comparative.
5. Draelos, Z.D. (2017). The science behind skin care: Cleansers. **The journal of Cosmetic Dermatology**. 17, 8-14.
6. ประพิศพรรณ อนุพันธ์. (2555). **ไขมันชั้นผิวกพันวิถีไทย**. **วารสารเคหะการเกษตร**. 36(4), 217-9.
7. สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช. (2562) **Mangosteen**, นครศรีธรรมราช: สถาบันเกษตรและองค์การเกษตรกร.
8. กนกพร อะทะวงษา, สำนักงานข้อมูลสมุนไพรร มหาวิทยาลัยมหิดล. **สมุนไพรรวัยทอง**. สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2564, จาก : http://www.medplant.mahidol.ac.th/events/25580128/doc25580128_03.pdf/
9. ดาริษะห์ กลุแป, วันลินนา แส้ะเต็ง, วาฟาอ มะกะ, ฮานานี ยาเล, ฮานิษะห์ สะนิ, วิทวัส หมดดี และกุสุมาลย์ น้อยผา. (2563). **พฤษเคมีและฤทธิ์ฆ่าลูงน้ำยุงของสารสกัดพลู**. ในรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ **ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 3**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชชมงคลพระนคร (ประชุมออนไลน์).
10. Majhenic L, Skerget M, and Knez Z. (2007). Antioxidant and antimicrobial activity of quarana seed extracts. **Food Chemistry**. 104 (3), 1258-1268.
11. Braca A, Sortino C, Politi M, Morelli I and Mendez J. (2002). Antioxidant activity of flavonoids from *Licania licaniaeflora*. **Journal of Ethnopharmacology**, 79(3). 379-381.
12. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเอส. (2561). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพรร มอก**. 15-2561. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง
13. Sungthong B. and Phadungkit M. (2015). Anti-Tyrosinase and DPPH Radical Scavenging Activities of Selected Thai Herbal Extract Traditionally Used as Skin Toner. **Phcog. J.** (7), 97-101.

14. ขณานันท์ เอี่ยมสำอางค์ และคณะ. (2563). **ขมิ้นชันลดสีเพื่อใช้ทางผิวหนัง**. ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.nanotec.or.th/th/ขมิ้นชันลดสีเพื่อใช้ทา>
15. แสงสิริ อยู่อำไพ. (2555). **ความเป็นพิษและกลไกการเหนี่ยวนำการตายแบบ apoptosis โดยสารสกัดจากเปลือกมังคุดในเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิด human epidermoid carcinoma**. ปริญญาโท วท.ม. (จกวิทยา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
16. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2559). **การวิจัยหญาภิเษก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์**. ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2564, จาก <https://tmri.dtam.moph.go.th/images/PublicMedia/ตัวอย่างงานวิจัยนำมาใช้ประโยชน์>.
17. กนิษฐา อุดมทรัพย์พงศ์ และรติยา คุณเขตพิทักษ์วงศ์. (2558). **ผลของสารสกัดเปลือกมังคุดต่อเชื้อ Propionibacterium acnes. โครงการประชุมวิชาการเรื่องความงามตามธรรมชาติและสุขภาพดีผ่านวิถีวิทยาศาสตร์ความงาม**. ขอนแก่น: คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
18. พาลาก มะณีแฉมและศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล. (2561). **การสกัดสารและทดสอบฤทธิ์เคมีเบื้องต้นของพืชสมุนไพรบางชนิด. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5. กำแพงเพชร :สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร**.
19. ประสพอร รินทองและคณะ. (2560, กันยายน). **คุณสมบัติทางกายภาพและปริมาณสารสำคัญของสารสกัดตรีผลาที่ผลิตด้วยเทคนิคทำแห้งแบบพ่นฝอย. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**.
20. กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ. (2560). **การสกัดและวิธีวัดความสามารถต้านอนุมูลอิสระของในพืชสมุนไพร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 3(1), 86-94.**
21. จรัสรัตน์ ปานโคก, อรพิน เกิดชูชื่นและณัฐภา เลหากุลจิตต์. (2555). **ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2), 361-364.**
22. Vajragupta, O., Boonchoong, P., Boonyarat,C. and Utsintong, M. (2006). **Redical Scavenging Agents**, Chulalongkorn University : Bangkok
23. ณพัชร บัวฉวนและวิชุดา มั่นจิตร. (2555). **ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสารต้านอนุมูลอิสระและการพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิว. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 13(2), 86-97.**