

ความสัมพันธ์ของสีใบหูกวางกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Relationship of *Terminalia catappa* Leaf Color and Antioxidant Capacity

สรายุจิตร์ อินอ่อน

อีเมล: nongbeau_inon@hotmail.com

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ปัญญวัฒน์ ปินตาทอง อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. นนท์ ธิดิเลศเดชา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อีเมล: punyawatt.pin@mfu.ac.th

อีเมล: nont.thi@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสีใบหูกวางกับปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำการเตรียมสารสกัดใบหูกวางด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดซึ่งก็คือ เมทานอลและเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 5 , 50 และ 95 เวลาในการสกัดเท่ากับ 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า ใบหูกวางสีเขียวที่สกัดด้วย เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แสดงค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 280.26 ± 4.59 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง ใบหูกวางสีเขียวที่สกัดด้วยเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ที่เวลา 3 ชั่วโมง ยังแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH ซึ่งมีค่าเท่ากับ 337.87 ± 3.85 มิลลิกรัมสมมูลทรอลอซ/กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ การประเมินความสัมพันธ์ของสีใบหูกวางกับปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นผลมาจากปริมาณฟีนอลิกที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาชิ้นนี้ยืนยันได้ว่าสีของใบหูกวางมีผลต่อปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การสกัด / ใบหูกวาง / เมทานอล / ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ / สารประกอบฟีนอลิก

Abstract

This study was investigated for relation between aimed to investigate study of relationship of *Terminalia catappa* leaf color and phenolic content as well as antioxidant capacity. The *Terminalia catappa* leaf extracts were prepared by conventional shaking method using different concentrations (5% , 50% , 95%) of 2 different solvents including methanol and ethanol for 1 , 2 and 3 hour. The *Terminalia catappa* leaves green results showed that the green leaf extracted with 95% methanol for 3 hour significantly extract showed the highest total phenolic content of 28.26 ± 4.59 mg GAE/g dw. Moreover, the use of 95% methanol for extracting the green leaf for 3 hour also leaves green results showed the methanol 95% for 3 hour extracts showed that the strongest antioxidant activity assayed by DPPH assays of 337.87 ± 3.85 mg TEAC/g dw. Evaluation of the relation revealed that phenolic content was strongly related with the antioxidant activity. In addition, it can be emphasized that the color of *Terminalia catappa* leaf significantly had an effect on the presence of phenolic compounds and antioxidant activity. This research insisted that methanol extract showed was the highest phenolic compounds and antioxidant activity for cosmetic in the future.

Keywords: Antioxidant / Extraction/ Methanol / Phenolic content / *Terminalia catappa*

บทนำ

ในปัจจุบันต้นहुกวางพบมาก บริเวณชายหาด หรือ ป่าชายหาดริมทะเล เพราะเป็นไม้ที่ขึ้นได้ดีในดินแบบดินร่วนปนทราย นิยมปลูกเพื่อวัตถุประสงค์การให้ร่มเงา และเนื้อไม้เป็นหลัก ต้นहुกวางพบมากใน จังหวัด ระยอง จันทบุรี ตราด และทางจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย เป็นพืชตระกูลเดียวกับสมอ เปลือกและผลมีรสฝาดมาก ใช้แก้อาการท้องเสีย ย้อมหนังสัตว์ ทำหมึก วัชรียา ภูริวิโรจน์กุล (2554) ใบहुกวางแห้งแห้ง มีสารแทนนิน จะทำให้สภาพน้ำ เหมาะสำหรับการใช้เลี้ยงปลา และใช้รักษาอาการบาดเจ็บของปลากัดได้เป็นอย่างดี เพราะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันท้องตลาดพบผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของใบहुกวางอยู่น้อยมาก

เครื่องสำอางถือว่าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับคนในยุคนี้ เพราะชีวิตในปัจจุบันต้องเผชิญกับปัญหาจากมลพิษและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีเรื่องอายุและความเครียดที่จะเป็นตัวการในการทำร้ายผิว ทำให้ผู้คนส่วนใหญ่มหันมาดูแลสุขภาพร่างกายของตัวเองมากขึ้น รวม

ไปถึงการเลือกผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีความปลอดภัย โดยที่จะมุ่งเน้นในการดูแลสุขภาพผิว ที่จะช่วยให้ผิวแลดูอ่อนกว่าวัย ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าสารสกัดที่ได้มาจากธรรมชาติ เพื่อที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความสนใจสารสกัดจากธรรมชาติที่มาจากใบบูกวาง ประกอบกับมีงานวิจัยของ Rajesh, Potty, Prabha, Miranda and Sreelekshmy (2015) พบว่าสารสกัดใบบูกวางให้ผลในด้านเป็นสารต้านอนุมูลอิสระรวมไปถึงการยับยั้งแบคทีเรียที่ได้ผลดี อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องมีการศึกษารูปแบบ ความเข้มข้น และผลข้างเคียงในการใช้ต่อไปในอนาคตสามารถเพื่อสามารถไปประยุกต์ในด้านต่างๆ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นถึงประโยชน์และคุณค่าของใบบูกวางจึงนำใบบูกวางมาสกัดเพื่อใช้ประโยชน์ในเครื่องสำอางเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเตรียมสารสกัดใบบูกวางทั้ง 3 สี ได้แก่ สีเขียว สีเหลือง สีแดง
2. เพื่อเปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิก ในสารสกัดใบบูกวาง

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เตรียมสารสกัดใบบูกวาง 3 สี จาก ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล และเมทานอล ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน ตลอดจนสถานะการสกัดอื่นๆ
3. ทดสอบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในสารสกัดใบบูกวาง

การทบทวนวรรณกรรม

ต้นหูกวางเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งเป็นชั้นๆ ในแนวราบ เรือนยอดค่อนข้างกลมหรือเป็นรูปพีระมิดหนาที่ใบ ลำต้นมีสีเทาปนน้ำตาล เกือบเรียบ แตกเป็นร่องตื้น ๆ และลอกออกเป็นสะเก็ดเล็ก ๆ ทั่วไป ใบหูกวางจัดเป็นใบเดี่ยว เมื่อแก่จะออกสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อใกล้ร่วงหรือผลัดใบและจะผลิใบอ่อนพร้อมการผลัดใบ ใบจะแตกเรียงสลับบริเวณปลายกิ่ง มีรูปไข่กลับด้าน ผลัดใบในฤดูหนาว ช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่รีหรือแบนเล็กน้อย ลักษณะผลเป็นรูปไข่เรียวยาว คล้ายอัลมอนด์ สามารถรับประทานได้ให้รสหอม

มีการวิจัย สมจินตนา พุทรมาศย์ และ วรวิทย์ สุวรรณสาร (2007) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสกัดสารใบหูกวางเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียโดยองค์ประกอบสารหลักคือ Alkaloids และ Celluloses ชนิดต่างๆ และสารกลุ่ม Tannins มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียในน้ำค่อยๆ หยุดเจริญเติบโตและหมดลง การวิจัยของ Rajesh et al. (2015) การสกัดใบหูกวางด้วยเมทานอลให้ผลในด้านเป็นสารต้านอนุมูลอิสระรวมไปถึงการยับยั้งแบคทีเรียที่ได้ผลดี ถึงยังงัยยังต้องมีการศึกษารูปแบบ ความเข้มข้น และผลข้างเคียงในการใช้ต่อไปในอนาคตสามารถไปประยุกต์เป็นยารักษาได้เนื่องจากสามารถฆ่าแบคทีเรียก่อโรคได้ดี ส่วนในปี 2010 Annegowda , Nee , Mordi and Ramanathan ได้ทำการศึกษายาไฮโดรไลซ์แทนนิน ที่สกัดได้จากใบหูกวาง โดยใช้แอลกอฮอล์ 70% ใช้เวลาสกัด 12 ชั่วโมง สามารถใช้รักษาภาวะซึมเศร้าของหนูทดลองได้ แต่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อประโยชน์ของผู้ป่วยภาวะซึมเศร้าในอนาคต

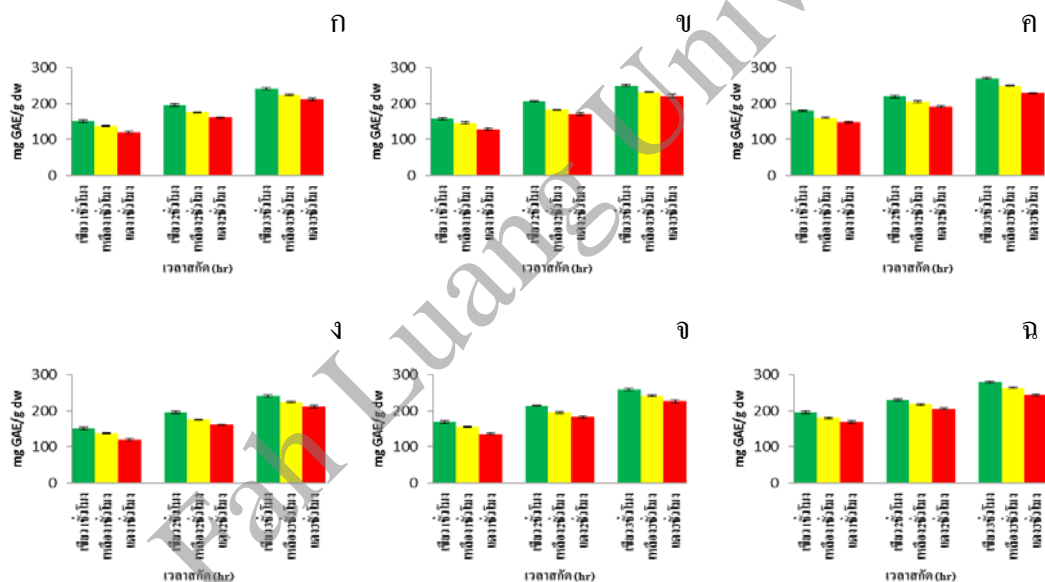
วิธีดำเนินการวิจัย

1. ใบหูกวางมีการเปลี่ยนแปลงสีตามธรรมชาติ โดยระยะแรกคือใบสีเขียว (เดือนพฤษภาคม – เดือนกรกฎาคม) ระยะที่สอง ใบสีเหลือง (เดือนสิงหาคม- เดือนตุลาคม) และระยะที่สาม ใบสีแดง (เดือนพฤศจิกายน – เดือนเมษายน)
2. ใบหูกวางสดอบแห้งที่ 40 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาบดให้ละเอียดชั่งน้ำหนักผงใบหูกวางในขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นผสมตัวทำละลาย คือ เอทานอล และ เมทานอล ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 , 50 และ 95 ในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นปิดให้สนิท และนำไปสกัดด้วยวิธีการเขย่า โดยใช้เครื่องเขย่าแบบหมุนรอบ ด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที จากนั้นนำสารสกัดมากรอง และเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป
3. การหาปริมาณฟีนอลิก ทำโดยวิธี Folin-Ciocalteu โดยดัดแปลงจากวิธีของ Chang , Yang , Wen and Chern (2002) และใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน
4. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในใบหูกวางด้วยวิธีจับอนุมูลอิสระ(DPPH)ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Chang et al.(2002) โดยใช้ทรอโลอิกซ์เป็นสารมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดใบหูกวางที่สภาวะต่างๆได้แก่สีของใบหูกวางตัวทำละลายและเวลาในสารสกัด พบว่า ใบหูกวางสีเขียวที่ใช้เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ใช้เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มากที่สุด คือ 280.26 ± 4.59 มิลลิกรัมสมมูลกรด

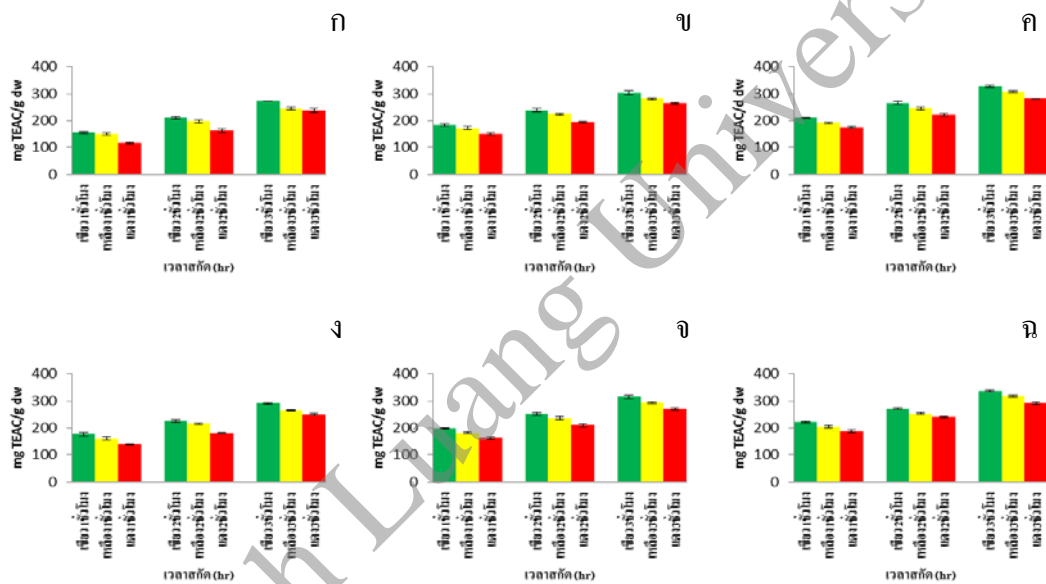
แกลติก/กรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ ใบหูกวางสีเขียวที่ใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ใช้เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 271.25 ± 1.78 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลติก/กรัมตัวอย่าง ส่วนใบหูกวางสีแดงที่ใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 5 ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก น้อยที่สุดคือ 109.76 ± 4.39 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลติก/กรัมตัวอย่าง ดังภาพที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบตัวทำละลาย ทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่า เมทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมกับกว่าเอทานอล ซึ่งจากงานวิจัยของ สุกัญญาและสุนทรี (2540) พบว่า ใบหูกวางสีเขียว ตรวจพบสารเตตราพิโรล ได้แก่ พอร์พรีน ประกอบด้วยสารคลอโรฟิลล์ สารอีกชนิดที่พบคือ โอ-เฮเทอโรไซคลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ ประกอบด้วย ฟลาโวน ฟลาโวนอล และแอนโทไซยานิน ใบหูกวางมีสารโพลีฟีนอลประเภท คอนเดนเซด แทนนิน ประมาณ 36.99% ซึ่งสารประกอบดังกล่าว เป็นสารที่พบได้ในชา



ภาพที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดที่ได้จากใบหูกวางทั้ง 3 ระยะ (เขียว , เหลือง และแดง) ที่ทำการสกัดเป็นเวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5(ก) , 50(ข) , 95(ค) และตัวทำละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5(ง) , 50(จ) , 95(ฉ)

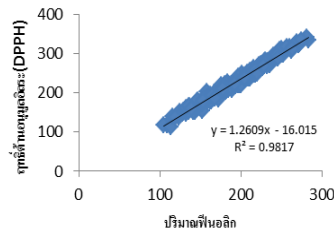
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดใบหูกวางด้วยวิธีการจับอนุมูลอิสระ (DPPH) ที่สภาวะต่างๆ ได้แก่ สีของใบหูกวางตัวทำละลายและเวลาในสารสกัดพบว่าใบหูกวางสีเขียวที่ใช้เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ใช้เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ 337.87 ± 3.85 มิลลิกรัมสมมูลทอโรลีน/กรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ ใบหูกวางสีเขียวที่ใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ใช้เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 326.42 ± 4.68

มิลลิกรัมสมมูลทอโรลิกซ์ /กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนในใบหูกวางสีแดงที่ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง จะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่น้อยที่สุดคือ 116.40 ± 3.01 มิลลิกรัมสมมูลทอโรลิกซ์ /กรัมตัวอย่าง ดังภาพที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบตัวทำละลาย ทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่า เมทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมกว่าเอทานอลที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในใบหูกวางสีเขียวสูงกว่า ซึ่งมีรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ (สุกัญญาและสุนทรี, 2540)พบว่า ใบหูกวางสีเขียว มีสารประกอบโพลีฟีนอลคือ คอนเดนเซต แทนนิน ประมาณร้อยละ 36.99 ซึ่งเป็นสารในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ จึงทำให้ใบหูกวางสีเขียวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าใบหูกวางสีเหลือง และใบหูกวางสีแดง



ภาพที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการจับอนุมูลอิสระ ของสารสกัดที่ได้จากใบหูกวางทั้ง 3 ระยะ (เขียว , เหลืองและแดง) ที่ทำการสกัดเป็นเวลา 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 5(ก) , 50(ข) , 95(ค) และตัวทำละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 5(ง) , 50(จ) , 95(ฉ)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดใบหูกวางทั้ง 3 ระยะ โดยใช้เอทานอลและเมทานอลเข้มข้น ร้อยละ 5 , 50 และ 95 ระยะเวลากการสกัด พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการจับอนุมูลอิสระ (DPPH) มีความสัมพันธ์ (R^2)เท่ากับ 0.9817 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการจับอนุมูลอิสระ

สีของใบหูกวางทั้ง 3 ระยะ (เขียว , เหลือง , แดง) ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากสีของใบหูกวางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด (เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 5 , 50 , 95) (เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 5 , 50 , 95) มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากตัวทำละลายที่ใช้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 ส่วนผลของเวลาในการสกัดพบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ที่ใช้เวลาในการสกัด 1 , 2 และ 3 ชั่วโมงในการสกัด เวลาที่ใช้สกัดใบหูกวางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95

อภิปรายผลการวิจัย

ใบหูกวางสีเขียวใช้เวลาสกัด ที่ 3 ชั่วโมง ด้วย เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 แสดงค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 280.26 ± 4.59 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง นอกจากนั้น เมื่อใช้ใบหูกวางสีเขียว สกัดที่เวลา 3 ชั่วโมงด้วย เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ยังแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด เมื่อทดสอบด้วยวิธีการการจับอนุมูลอิสระ ของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 337.87 ± 3.85 มิลลิกรัมสมมูลทโรลลิกซ์/กรัมตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการการจับอนุมูลอิสระ ของสารต้านอนุมูลอิสระพบว่าค่าความสัมพันธ์ (R^2) เป็น 0.9817 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูงถึงร้อยละ 98 แสดงให้เห็นว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดใบหูกวางเป็นผลมาจาก สารประกอบฟีนอลิกในใบหูกวาง ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงยืนยันได้ว่า เมทานอลเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในใบหูกวาง แต่เพื่อใช้ประโยชน์ในทางเครื่องสำอางควรใช้เอทานอลในการสกัด เพื่อความปลอดภัยในการในการพัฒนาสูตรเครื่องสำอาง

ข้อเสนอแนะ

1. ใบหูกวางมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบได้ทั่วไปในประเทศไทย จึงเป็นการดีที่จะนำใบหูกวางมาพัฒนาลงในตำรับเครื่องสำอางต่อไปในอนาคต
2. ควรใช้ตัวทำละลายที่มีความปลอดภัยในการสกัดใบหูกวาง เพื่อการพัฒนาสูตรเครื่องสำอางที่ดีในอนาคต

รายการอ้างอิง

- วัชรียา ภูริวิโรจน์กุล.(2554). *โรคในปลากัดรักษาได้ด้วยใบหูกวาง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมจินตนา พุทรมาศย์ และวรวัด สุวรรณสาร. (2550). *การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง และผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการยับยั้งแบคทีเรียในน้ำ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภัญญา บุญถ่อม และ สุนทรี ทวีเขตต์. (2540). *การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแทนนินจากใบไม้ 5 ชนิด*. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://library.rits.ac.th/journal/s540338.html>.
- โอภา วัชรคุปต์.(2550). *สารต้านอนุมูลอิสระ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์นิวไทยมิตรการพิมพ์
- Annegowda H.V., Ween, N. C., Mordi M. N. and Ramanathan, S. & Mansor, S. M. (2010) Evaluation of phenolic content and antioxidant property of hydrolysed extract of *Terminalia catappa* L. Leaf . *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(8) , 479-485.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *journal of food drug analysis*, 10(3), 178-182.
- Chyau, C. C., Tsai, S. Y., Ko, P. T. & Mau, J. L. (2002). Antioxidant properties of solvent extracts from *Terminalia catappa* leaves. *Journal of Food Chemistry*,78(4), 483–488.
- Lina, Y. L., Kuob, Y. H., Shiaoc, M. S., Chen, C. C. & Oua, J. C. (2000). Flavonoid Glycosides from *Terminalia catappa* L. *Journal of Chinese Chemical*,47(1), 253–256.

Rajesh B. R., Potty V. P., Prabha, K. C., Miranda, M. T. P. &Sreelekshmy S .G. (2015).

Antioxidant and antimicrobial activity of leaves of *Terminalia catappa* and *Anacardium occidentale*: A comparative study Rajesh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1), 79-82.

Tsong M. L., Ching C. L., Jeng L. M., Sheng D. L. (2009). Quality and antioxidant

property of green tea sponge cake.*Journal of Food Chemistry*,119(3),1091-1095.

Mae Fah Luang University