วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ISSN 2985-1416 (Online)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้ 6 ชนิด และการพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวผสมสารสกัดจากดอกหางนกยูง

Determination of Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Six flowers and the Development of Skin Lotion from Peacock Flower Extract

ลิขิต ลาเต๊ะ[1*] จีรวิชญ์ มุนินทร์นพมาศ[2] และสริลลา เจริญมิตรมงคล[3]
Likit Lateh[1*], Jeerawit Muninnoppamas[2] and Sarilla Charoenmitmongkol[3]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางและความงาม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อ.เมือง จ.ยะลา 95000
[2]โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง อ.เมือง จ.ยะลา 95000
[3]โรงเรียนรามันห์ศิริวิทย์ อ.รามัน จ.ยะลา 95140
[1]Department of Cosmetic science and beauty, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000, Thailand
[2]Kanarasadornbumroong Yala School, Muang, Yala 95000, Thailand
[3]Ramansiriwit School, Raman, Yala 95140, Thailand
*Corresponding author, e-mail: likit.l@yru.ac.th
(Received: Apr 25, 2023; Revised: Aug 8, 2023; Accepted: Aug 16, 2023)

บทคัดย่อ

รงควัตถุที่พบในดอกไม้เต็มไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย โดยเฉพาะฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีต่อผิวพรรณ การนำดอกไม้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับบำรุงผิวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภค งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability ของสารสกัดไม้ดอกด้วยเอทานอลจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ดอกเข็ม ดอกหางนกยูง ดอกเฟื่องฟ้า ดอกดาหลา ดอกบานบุรี และดอกราชพฤกษ์ เพื่อพัฒนาสูตรตำรับโลชั่นบำรุงผิวด้วยสารสกัดจากดอกไม้ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าดอกหางนกยูงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 432.85 mg GAE/g extract และมีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.19 ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลการทดสอบคุณลักษณะของโลชั่นต้นตำรับจากสารสกัดดอกหางนกยูงพบว่ามีค่า pH 6.4 เนื้อครีมมีความคงตัวที่เหมาะสม ไม่แยกชั้นตามมาตรฐานอุตสหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวผสมสมุนไพร กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก. เอส 15-2561) จากข้างต้นสรุปได้ว่าดอกหางนกยูงมีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิว ที่เป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนต่อไป

คำสำคัญ : สารประกอบฟีนอลิก การต้านอนุมูลอิสระ โลชั่น ดอกไม้

Abstract

The pigments found in flowers are abundant in bioactive compounds, especially antioxidants, which are beneficial for the skin. Incorporating these bioactive floral extracts into cosmetics is an intriguing alternative for skin care products. This study examines the total phenolic compounds using the Folin-Ciocalteu method and antioxidant activity following DPPH radical scavenging ability of six varieties of flowering plants, namely Jasmine (*Ixora coccinea* L.), Wlower Fence (*Caesalpinia pulcherrima* L.), Paper Flower (*Bougainvillea glabra*), Torch Ginger (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith), Golden Trumpet (*Allamanda cathartica*) and Golden Shower (*Cassia fistula* L.)., to determine the viability of formulating a skin lotion with antioxidant flower extracts. The results showed that Wlower Fence flower had the highest total phenolic content (432.85 mg GAE/g extract) and the maximum DPPH scavenging activity (85.19%) at 50 mg/ml. The pH of the lotion formulated with Wlower extract was measured to be 6.40 during the

characteristic evaluation. In accordance with Thai SMEs Standard for moisturizers containing herbal ingredients that are governed by the Ministry of Industry, the lotion was stable and did not separate into distinct layers (TISI. S 15-2021). In conclusion, possesses significant antioxidant capabilities that are ideal for development as a lotion product for skin care and raising the standard for production as a community product in the future.

Keywords: Total phenolic contents, Antioxidant, Lotion, Flowers

บทนำ

ในปัจจุบันกระแสความที่นิยมการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้บริโภคมีความเชื่อว่ามีความปลอดภัยค่อนข้างสูงและเป็นสารที่มาจากธรรมชาติ และทิศทางการบริโภคสินค้าจากผลิตภัณฑ์ชุมชนนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสินค้าเครื่องสำอางจากสมุนไพรจากท้องถิ่น เช่นผลิตภัณฑ์ต้านริ้วรอยและบำรุงผิวขาว โดยผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในกลุ่มนี้มักมีส่วนผสมหลักของสมุนไพรหรือสารจากธรรมชาติที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพืชที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนั้นมักจะมีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และ สารประกอบฟีนอกลิก (Phenolic compounds) ซึ่งสารเหล่านี้สามารถออกฤทธิ์ที่ดีต่อผิวพรรณได้ (Harnvanich *et al*., 2020)

อนุมูลอิสระ (Free radical) คือ อะตอม โมเลกุล หรือไอออนที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่ จึงเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียร ซึ่งทำให้มีความว่องไวในการไปทำปฏิกิริยาลูกโซ่กับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย (Gulcin, 2020) ก่อให้เกิดความเสียหายกับเซลล์ต่าง ๆ เช่น ทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ การเปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ จนทำให้การทำงานของโปรตีนหรือเอนไซม์เหล่านั้นเกิดความผิดปกติ เป็นสาเหตุให้เกิดความเสื่อมของเซลล์ เสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และทำให้เกิดริ้วรอยก่อนวัยอันควรด้วย (Buachoon & Ngamnon, 2021; Maneechai & Rinthong, 2017) อนุมูลอิสระสามารถถูกกำจัดหรือลดความรุนแรงด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่สามารถดักจับอนุมูลอิสระ หยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระได้ และยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระก่อนที่โมเลกุลสำคัญจะถูกทำลาย โดยมีกลไกการต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น การดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (Chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (Synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (Buachoon & Manjit, 2018) สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอล แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน เป็นต้น ซึ่งมักพบในพืช ผัก ผลไม้ และดอกไม้ (Ounamornmas & Sommano, 2016) มีการนำสารสกัดเมทานอลของกลีบดอกไม้หอม 5 ชนิด คือ ดาหลา พิกุล แก้ว บัวหลวง และกุหลาบ มาศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin Ciocalteu และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl assay (DPPH) และ 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) พบว่า กุหลาบมีปริมาณฟีนอลิกสูงสุด แตกต่างจากสารสกัดจากดอกไม้ชนิดอื่น ($p<0.05$) และให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดด้วยโดยมีค่า ความเข้มข้นที่สารนั้นให้ประสิทธิภาพร้อยละ 50 ในระยะเวลาที่กำหนด (Half maximum effective concentration; EC_{50}) ที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH เท่ากับ 12.26±0.80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และวิธี ABTS เท่ากับ 8.93±1.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และแตกต่างกับดอกไม้ชนิดอื่น ($p<0.05$) (Rattana & Sungthong, 2016)

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจและให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ และเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของธรรมชาติ เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ความงาม และมีความปลอดภัยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสารเคมี (Duangjit *et al*., 2019) มีการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากผลมะขามป้อม ผลมะกอกน้ำ ผลพิกุล และผลลูกยอ นำมาสกัดด้วยเอทานอลพบว่า สารสกัดหยาบจากผลมะขามป้อมมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 65.01 ± 0.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่าความเข้มข้นของสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ร้อยละ 50 (Inhibitory concentration at 50%; IC_{50}) เท่ากับ 18.12 ± 0.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาพัฒนาโลชั่น และทดสอบความคงสภาพของโลชั่นสูตรผสมสารสกัดมะขามป้อมเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยปริมาตร ที่สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 27 องศาเซลเซียสโลชั่นมีสภาพความคงตัวดี ส่วนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีความคงสภาพของเนื้อโลชั่นจะเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 ส่วนที่

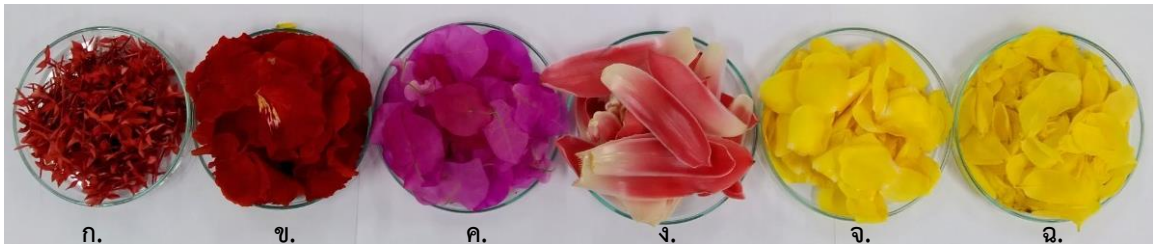
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ISSN 2985-1416 (Online)

สภาวะการทำให้แข็งตัวและการละลาย พบว่า เนื้อโลชั่นเกิดการแยกชั้นสัปดาห์ที่ 3 เมื่อนำโลชั่นไปหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า โลชั่นที่มีส่วนผสมของสารสกัดผลมะขามป้อมมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าโลชั่นสูตรพื้นฐาน (Buachoon & Manjit 2018) จึงสนใจศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้ 6 ชนิด และนำดอกไม้ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาครีมบำรุงผิว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากดอกไม้ให้ผู้สนใจโดยทั่วไป ส่งเสริมให้มีการต่อยอดพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้กับดอกไม้ในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างไม้ดอกและการเตรียมสารสกัดหยาบ

นำไม้ดอกที่ใช้ในงานวิจัยจากสวนขวัญเมือง ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา จำนวน 6 ชนิด คือ ดอกเข็ม (*Ixora coccinea* L.) ดอกหางนกยูง (*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.) ดอกเฟื่องฟ้า (*Bougainvillea hybrid*) ดอกดาหลา (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) ดอกบานบุรี (*Allamanda cathartica* L.) และดอกราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) (ภาพที่ 1) โดยใช้ส่วนกลีบดอกมาล้างทำความสะอาดและตั้งใส่ตะแกรงทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเตรียมสารสกัดหยาบ ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Buachoon & Manjit (2018) นำดอกไม้แต่ละชนิดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ตัวอย่างละ 50 กรัม ผสมกับเอทธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร แล้วนำไปปั่นให้ละเอียดในเครื่องโฮโมจีไนซ์ (Homogenizer) เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าสารแนวราบที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายสกัดที่ได้มาระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลายแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส จนมีปริมาตรเหลือประมาณร้อยละ 10 ของสารละลายเริ่มต้น



ภาพที่ 1 ไม้ดอก 6 ชนิด (ก.ดอกเข็ม ข.ดอกหางนกยูง ค.ดอกเฟื่องฟ้า ง.ดอกดาหลา จ.ดอกบานบุรี ฉ.ดอกราชพฤกษ์)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกไม้

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu method ตามวิธีของ Halee & Rattanapun (2017) โดยใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน เริ่มจากนำสารสกัดตัวอย่างละ 200 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu 's reagent ที่ทำการเจือจาง 10 เท่าปริมาตร 800 ไมโครลิตร และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่าง และใช้กรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 5 10 20 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารละลายมาตรฐาน โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับสารสกัดข้างต้น โดยเปลี่ยนจากสารสกัดตัวอย่างเป็นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก และนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำผลผลิตที่ได้จากการทดสอบสารสกัดจากดอกไม้ไปเปรียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยรายงานผลในหน่วยของมิลลกรัมของกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3. การทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability ในดอกไม้

การทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability ตามวิธีการของ Halee & Rattanapun (2017) โดยใช้ 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl radical (DPPH) เป็นอนุมูลอิสระ เริ่มจากนำสารสกัดตัวอย่างละ 150 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสาร DPPH ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้อง 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงจะแปรผันตรงกับปริมาณที่เหลือของอนุมูลอิสระ คำนวณหาค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition) คัดเลือกดอกไม้ที่มีการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดไปใช้ในการพัฒนาครีมบำรุงผิว

$$\% \text{ Inhibition} = [(Ac-As)/Ac]x100$$

เมื่อ Ac คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม
As คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

4. การเตรียมโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐานและสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0

การเตรียมโลชั่นสูตรพื้นฐานโดยมีวิธีการเตรียม โดยสังเขปดังนี้ ชั่งน้ำ Reverse osmosis (RO) 84.50 กรัม แล้วเติมกลีเซอรีน และโมโนโพรไพลีนไกลคอล ลงไป กวนให้เข้ากัน เติม Lexfeel D-5 กวนให้เข้ากัน จากนั้นค่อยๆเติม Viscolam AT 100P กวนจนเป็นครีม แล้วเติมน้ำหอม และสารกันเสีย แล้วกวนให้เข้ากัน นำไปบรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดฝาให้สนิท สำหรับสูตรที่เติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 ทำ 3 ซ้ำ เตรียมวิธีเดียวกับสูตรพื้นฐานตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำรับโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐานและสูตรที่มีส่วนผสมสารสกัดดอกหางนกยูง

สาร	คุณสมบัติ	สูตรตำรับ (ร้อยละ)		
		สูตรพื้นฐาน	สูตรตำรับ 0.5	สูตรตำรับ 1.0
สารสกัดดอกหางนกยูง	สารออกฤทธิ์	-	0.50	1.00
Viscolam AT 100P	สารสร้างเนื้อครีม	3.75	3.75	3.75
กลีเซอรีน	สารให้ความชุ่มชื้น	2.80	2.80	2.80
Monopropylene glycol (PG)	สารกักเก็บและให้ความชุ่มชื้น	2.80	2.80	2.80
Lexfeel D-5	สารกักเก็บความชุ่มชื้น	3.75	3.75	3.75
น้ำหอม	แต่งกลิ่น	1.40	1.40	1.40
สารกันเสีย	กันเสีย	1.00	1.00	1.00
น้ำ RO		84.50	84.00	83.50

5. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และคำนวณหาค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition) ของครีมบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูง

ทำการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเช่นเดียวกับข้อ 2 และค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นครีมบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน และสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูง 0.05 กรัมต่อมิลลิลิตร ทำการวัดค่าสี L* a* และ b* และค่า pH

6. ประเมินความคงตัวของครีมบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน และสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0

นำครีมบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน และสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 มาทดสอบความคงสภาพโดยนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 45 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับเช่นนี้จนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์ (Leelapornpisid *et al*., 2014)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทุกด้านทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์การยับยั้งอนุมูลอิสระของครีมบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูง ใช้ T-test

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ISSN 2985-1416 (Online)

ผลการวิจัย

1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและร้อยละการยับยั้งอนุมูลิสระในดอกไม้

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกไม้คำนวณได้จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค y=0.0048x+0.3293, R^2= 0.9928 พบว่า ดอกไม้แต่ละชนิดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 432.85 mg GAE/g extract รองลงมาได้แก่ ราชพฤกษ์ เฟื่องฟ้า บานบุรี ดาหลา และเข็ม ตามลำดับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 352.85 215.77 139.31 64.73 และ2.23 mg GAE/g extract ตามลำดับ ยกเว้นดอกเฟื่องฟ้า และราชพฤกษ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) ส่วนร้อยละการยับยั้งอนุมูลิสระในดอกไม้ พบว่า ดอกไม้แต่ละชนิดมีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงมีการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.19 รองลงมาได้แก่ ราชพฤกษ์ เฟื่องฟ้า บานบุรี ดาหลา และเข็ม ตามลำดับ ซึ่งมีการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 81.48 51.85 44.44 29.63 และ 11.11 ตามลำดับ ดอกหางนกยูงและดอกราชพฤกษ์มีการยับยั้งอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ทั้ง 6 ชนิด

ชื่อท้องถิ่น	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g extract)	การยับยั้งอนุมูลิสระ (ร้อยละ)
เข็มแดง	Glossy Ixora	*Ixora coccinea L.*	2.23 ± 0.028^{e}	11.11 ± 0.052^{d}
หางนกยูง	Flower fence Peacock's crest	*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.	432.85 ± 0.161^{a}	85.19 ± 0.494^{a}
เฟื่องฟ้า	Paper Flower	*Bougainvillea glabra*	215.77 ± 0.028^{b}	51.85 ± 0.027^{b}
ดาหลา	Torch Ginger	*Etlingera elatior (Jack)* R.M. Smith	64.73 ± 0.020^{d}	29.63 ± 0.008^{c}
บานบุรี	Golden trumpet	*Allamanda cathartica* L.	139.31 ± 0.082^{c}	44.44 ± 0.041^{b}
ราชพฤกษ์	Pudding Pine Indian Laburnum Golden Shower	*Cassia fistula* L.	352.85 ± 0.132^{b}	81.48 ± 0.022^{a}

หมายเหตุ: สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และการยับยั้งอนุมูลิสระแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD จำนวน 3 ซ้ำ
$^{a, b, c, d, e}$ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition) ของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูง

การเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 1 ในครีมบำรุงผิวทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดที่สูงกว่าสูตรที่เติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และครีมบำรุงผิวสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 1.0 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 77.33 mg GAE/g extract รองลงมาคือสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และครีมบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 54.87 และ 50.77 mg GAE/g extract ตามลำดับ แต่สูตรพื้นฐานและสูตรที่เติมสารสกัดดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) ส่วนประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระพบว่าครีมบำรุงผิวสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยมีการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 7.95 และ 17.79 ตามลำดับ ในสูตรที่เติมสารสกัดดอกหางนกยูงร้อยละ 1.0 มีประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และการยับยั้งอนุมูลอิสระของครีมบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูง

ครีมบำรุงผิว	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g extract)	การยับยั้งอนุมูลิสระ (ร้อยละ)
สูตรพื้นฐาน	50.77 ± 11.458[b]	-
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5	54.87 ± 16.260[b]	7.95 ± 5.164[a]
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 1.0	77.33 ± 8.230[a]	17.79 ± 5.389 [b]

หมายเหตุ: สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และการยับยั้งอนุมูลิสระของครีมบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูงแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ±SD จำนวน 3 ซ้ำ

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ด้านคุณลักษณะด้านสีของครีมบำรุงผิว พบว่า ปริมาณสารสกัดของดอกหางนกยูงมีผลต่อค่าสี L* a* และ b* ทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงมีสีแดงเข้ม (L*= 7.360 a*=0.860 b*=-0.505) ส่วนลักษณะครีมบำรุงสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1 มีค่า L* เท่ากับ 66.067 68.017 และ 69.273 ตามลำดับ ดังภาพที่ 2 ค่า a* เท่ากับ -1.017 1.843 และ 5.480 ตามลำดับ และค่า b* เท่ากับ -3.333 6.100 และ 6.433 ตามลำดับ ส่วนค่า pH เท่ากับ 5.967 6.100 และ 6.433 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

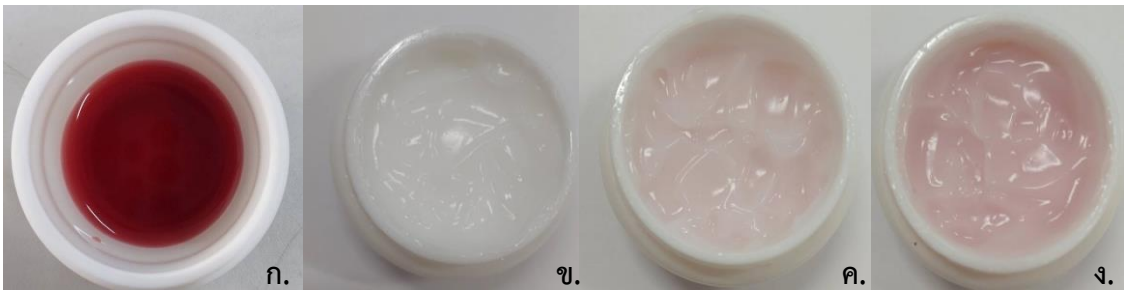
ตารางที่ 4 คุณลักษณะด้านสี และค่า pH ของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดดอกหางนกยูง

สูตรโลชั่น	ค่าสี			ค่า pH	มาตรฐานอุตสาหกรรมเอสผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร มอก.เอส 15-2562
	L*	a*	b*		
สูตรพื้นฐาน	66.067 ± 0.250[c]	-1.017 ± 0.012[c]	-3.333 ± 0.107[c]	5.967 ± 0.058[b]	
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5	68.017 ± 0.04[b]	1.843 ± 0.101[b]	-2.407 ± 0.124[b]	6.100 ± 0.100[b]	ต้องอยู่ระหว่าง 3.5 – 7.5
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 1.0	69.273 ± 0.047[a]	5.480 ± 0.020[a]	-1.23 ± 0.012[a]	6.433 ± 0.058[a]	

หมายเหตุ: ค่าสี L* a* b* และค่า pH ±SD จำนวน 3 ซ้ำ

[a, b, c] ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ISSN 2985-1416 (Online)



ภาพที่ 2 ก. สารสกัดหยาบจากดอกหางนกยูง ข. โลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน ค. สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 ง. สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 1.0

3. ความคงตัวของโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน และสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0

การนำโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1 มาทดสอบความคงตัวด้วยการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกันจนครบ 4 รอบ พบว่า ครีมบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร ยังคงมีสภาพเนื้อครีมที่ข้นหนืด อยู่ในสภาพดี และไม่แยกชั้น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การคงสภาพของโลชั่นบำรุงผิวจากสารสกัดจากดอกหางนกยูง

บำรุง	ลักษณะเนื้อครีมบำรุงผิว
สูตรพื้นฐาน	ไม่แยกชั้น เนื้อข้น ลักษณะทั่วไปอยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมคุณภาพ
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5	ไม่แยกชั้น เนื้อข้น ลักษณะทั่วไปอยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมคุณภาพ
สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อย 1.0	ไม่แยกชั้น เนื้อข้น ลักษณะทั่วไปอยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมคุณภาพ

อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกไม้ 6 ชนิดพบว่า ดอกไม้แต่ละชนิดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 432.85 mg GAE/g extract รองลงมาได้แก่ ดอกราชพฤกษ์ ดอกเฟื่องฟ้า ดอกบานบุรี ดอกดาหลา และดอกเข็ม ตามลำดับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 352.85 215.77 139.31 64.73 และ2.23 mg GAE/g extract ตามลำดับ โดยดอกหางนกยูงในการวิจัยครั้งนี้มีสารประกอบฟีนอลิกในสูงกว่าดอกไม้อื่น ๆ คือ ดอกดาวเรือง ดอกเฟื่องฟ้า ดอกเข็ม ดอกพุดซ้อน และดอกกุหลาบมอญที่สกัดด้วยเมทานอลซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกระหว่าง 24.34 - 31.91 mg GAE/g extract (Ounamornmas & Sommano, 2016) พืชมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของพืช ระยะการสุก การจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว วิธีปลูก ระยะเวลาการเก็บรักษา และกรรมวิธีการแปรรูป (Mahmood *et al*., 2012) การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay โดยสาร DPPH คือ อนุมูลอิสระที่สามารถรับอิเล็กตรอนจากประกอบฟีนอลิกในพืชและเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัวและหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระได้ ซึ่งสารละลาย DPPH มีสีม่วงสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่อสารละลาย DPPH ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอนุมูลอิสระ ทำให้สารละลายสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีม่วงจางลงจนถึงสีเหลืองนวลและไม่เป็นอนุมูลอิสระต่อไป (Gulcin, 2020; Nimse & Pal, 2015) จากการศึกษาพบว่า ดอกไม้แต่ละชนิดมีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงมีการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.19 รองลงมาได้แก่ ดอกราชพฤกษ์ ดอกเฟื่องฟ้า ดอกบานบุรี ดอกดาหลา และดอกเข็ม ตามลำดับ ซึ่งมีการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 81.48 51.85 44.44 29.63 และ11.11 ตามลำดับ ซึ่งดอกไม้สีแดงมีสารพฤกษเคมี (Phytochemical compounds) เช่น สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานินสูงกว่าดอกไม้สีอื่น ๆ ซึ่งเป็นสารที่ต้านอนุมูลอิสระได้ (Siritrakulsak *et al*., 2013; Kumari & Bhargava, 2021) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Morais *et al*., (2020) ที่ทำการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกในดอกไม้กินได้พบว่า ดอกไม้กลุ่มสีแดงส้ม โดยเฉพาะในดอกกุหลาบหนู (*Rosa chinensis* Jacq) ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าดอกไม้สีอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าดอกราชพฤกษ์ซึ่งมีสีเหลืองจัดเป็นแหล่งที่ดีของสารพฤกษเคมีที่ต้านอนุมูลอิสระได้ดี คือ

สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และโปรแอนโทไซยานิดิน (Luximon-Ramma *et al*., 2002) การพัฒนาโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสูตรที่มีการเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงสูงสุด คือ ร้อยละ 1.0 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 77.33 mg GAE/g extract เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดที่สูงขึ้นจึงส่งผลให้มีฤทธิ์ต่อการยับยั้งอนุมูลอิสระมากขึ้นด้วย (Noreen *et al*., 2017; Rahim *et al*., 2022) โดยมีปริมาณสูงกว่าโลชั่นผสมสารสกัดหยาบจากผลมะขามป้อม ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 65.86 mg GAE/g extract (Buachoon & Manjit, 2018) ส่วนประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระ พบว่า โลชั่นบำรุงผิวสูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 มีประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) โดยมีการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 7.95 และ 17.74 ตามลำดับ ด้านคุณลักษณะด้านสีของโลชั่นบำรุงผิวพบว่า ปริมาณสารสกัดของดอกหางนกยูงมีผลต่อค่าสี L* a* และ b* ทางสถิติ ($p<0.05$) โดยครีมบำรุงสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1 มีค่า L* (ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่เริ่มจากสีขาวที่มีค่า L* เท่ากับ 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่า L* เท่ากับ 0) เท่ากับ 66.07 68.02 และ 69.27 ตามลำดับ ค่า a* (หากเป็นบวกเป็นค่าสีแดง และหากเป็นลบเป็นค่าสีเขียว) เท่ากับ -1.017 1.843 และ 5.480 ตามลำดับ และค่า b* (หากค่าเป็นบวกเป็นค่าของสีเหลือง และค่า b* เป็นลบเป็นค่าของสีน้ำเงิน) เท่ากับ -3.333 6.100 และ 6.433 ตามลำดับ โดยครีมบำรุงผิวที่มีการเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงเพิ่มขึ้นทำให้มีค่าสี L* a* และ b* เพิ่มขึ้นหรือมีสีเข้มขึ้น ส่วนค่า pH โลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 เท่ากับ 5.967 6.100 และ 6.433 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงค่า pH ตามเกณฑ์มาตรฐานเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร (มอก.เอส 15-2562) กระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ว่าต้องมีค่า pH ระหว่าง 3.50-7.50

การนำโลชั่นบำรุงผิวสูตรพื้นฐาน สูตรเติมสารสกัดจากดอกหางนกยูงร้อยละ 0.5 และ 1.0 มาทดสอบความคงตัวด้วยการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม. และเก็บที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม. สลับกันจนครบ 4 รอบพบว่าครีมบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร ยังคงมีสภาพเนื้อโลชั่นที่ข้นหนืด ไม่แยกชั้น มีกลิ่นหอม อยู่ในสภาพดี ไม่เสื่อมคุณภาพ และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร (มอก.เอส 15-2562)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ดอกไม้ 6 ชนิด คือ ดอกเข็ม ดอกหางนกยูง ดอกเฟื่องฟ้า ดอกดาหลา ดอกบานบุรี และดอกราชพฤกษ์มีสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน โดยสารสกัดจากดอกหางนกยูงนั้นมีสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด จึงนำมาพัฒนาเป็นโลชั่นบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของสารสกัดดอกหางนกยูง โดยสามารถเติมปริมาณสารสกัดได้ถึงร้อยละ 1.0 โดยที่ไม่มีผลต่อความคงตัวของลักษณะทางกายภาพของโลชั่น จึงนับเป็นการพัฒนาเครื่องสำอางจากดอกไม้ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสามารถนำไปต่อยอดเพื่อยกระดับเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนต่อไป

จากการศึกษาครั้งนี้ควรมีการต่อยอดงานวิจัยอื่น ๆ ต่อไปอาจมีการศึกษาในเชิงลึกเพิ่มเติม เช่น การหาค่าความเข้มของสารสกัดดอกหางนกยูงที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) และการนำไปหาค่าความบริสุทธิ์สารสกัดจากดอกหางนกยูงเพื่อหาสารที่แท้จริงที่ออกฤทธิ์ในต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นแนวทางการยกระดับการนำดอกไม้ในท้องถิ่นสู่การใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Buachoon, N. & Manjit, W. (2018). Quantitation of total phenolic antioxidant activity and development of skin care lotion. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, *3*(2), 86-97.

Buachoon, N. & Ngamnon, Y. (2021). Development of skin lotion from *Albizia myriophylla* Benth. and *Ardisia Elliptica* Thumb. cured extracts. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, *3*(2), 74-85.

Duangjit, S., Suwannarat, K., Kittiphinitnunta, K., Ongwisut, P., Bumrungthai, S., Ngawhirunpat, T. Charoenputtakun, P. & Sila-On, W. (2019). Role of nature antioxidants for topical applications: properties, Efficacy, safety and novel delivery systems. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*, *15*(1), 21-48.

Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of Toxicology*, *94*(3), 651–715.

Halee, A. & Rattanapun, B. (2017). Study of antiox idant efficacies of 15 local herbs. *KMUTT Research and Development Journal, 40*(2), 283-293.

Harnvanich, E. A., Wanichwecharungruang, S., Chandrachai, A. & Asawanonda, P. (2020). Market Potential Evaluation for Local Herbal Extracts Used in Skincare Through the New Product Development Process. PSAKU *International Journal of Interdisciplinary Research*, *9*(2), 31-40.

Kumari, P., & Bhargava, B. (2021). Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle. *Journal of Functional Foods*, *78,* 104375.

Leelapornpisid, P., Muangmai, L., Sirithunyalug, B. Jiranusornkul, S. & Peerapornpisal, Y. (2014). A novel moisturizer extracted from fresh water macroalga [*Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kutzing] for skin care cosmetic. *Chiang Mai Journal of Science*, *41*(5.2), 1195-1207.

Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Soobrattee, A. M., & Aruoma, I.O. (2002). Antioxidant Activities of Phenolic, Proanthocyanidin, and Flavonoid Components in Extracts of *Cassia fistula*. *J. Agric. Food Chem*, *50*, 5042-5047.

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M. & Saari, N. (2012). Effect of maturity on phenolics (phenolic acids and flavonoids) profile of strawberry cultivars and mulberry species from Pakistan. *International Journal of Molecular Sciences*, *13*(4), 4591–4607.

Maneechai, S. & Rinthong, P. (2017). Total phenolic contents and antioxidant activity from ethanolic *Bauhinia Purpurea*, *Clitoria Ternatea*, *Ixora Coccinea* and *Calliandra Haematocephala* flower extracts. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, *36*(2), 148-153.

Morais, J. S., Sant'Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C., & Magnani, M. (2020). Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Research International*, *131,* 109046.

Nimse, S. B. & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, *5*(35), 27986–28006.

Noreen, H., Semmar, N., Farman, M., & McCullagh, J. S. (2017). Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus didymus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, *10*(8), 792-801.

Ounamornmas, P., & Sommano, S. (2016). Analyses of bioactive ingredients and antioxidant activites of some edible flowers. *Journal of Agriculture*, *32*(3),435-445.

Rahim, N. A., Roslan, M. N. F., Muhamad, M. & Seeni, A. (2022). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content and LC–MS profiling of leaves extracts of *Alstonia angustiloba*. *Separations*, *9*(9), 234.

Rattana, S. & Sungthong, B. (2016). Antioxidant activities and total phenolic contents of methanolic extract from five fragrant flowers, The 12th Mahasarakham University Research Conference, 8-9 September, 2016. Mahasarakham: Mahasarakham University.

Siritrakulsak, P., Chutichudet, P., Chutichudet, B., Plainsirichai, M. & Boontiang, K. (2013). Antioxidant activity of fifteen edible flowers in Maha Sarakham province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, *41*, 607-11.

Youwei, Z., Jinlian, Z., & Yonghong, P. (2008). A comparative study on the free radical scavenging activities of some fresh flowers in southern China. *LWT-Food Science and Technology, 41*, 1586-1591.