การพัฒนาผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวจากสารสกัดขมิ้นชันและสารสกัดสมอพิเภก

Development of Skincare Emulsion Products from *Curcuma longa* L. and *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. Extracts

นำพล แปนเมือง[1] ฉัตรชนก นุกูลกิจ[2] ศิรินทิพย์ พรมเสนสา[1] วริษฎา ศิลาอ่อน[3] ปภาภัสสร์ ธีระพัฒนวงศ์[1]
กัญจนภรณ์ ธงทอง[1] เพชรรัตน์ รัตนชมภู[1] ทัณฑิกา แก้วสูงเนิน[2] ยลดา ศรีเศรษฐ์[2]
วรินท์ โอนอ่อน[2] จรินยา ขุนทะวาด[2] และ ภัทรานิษฐ์ คำแผ่นจิรโรจน์[1*]

Nampon Paenmuang[1] Chatchanok Nukulkit[2] Sirintip Promsensa[1] Warisada Sila-on[3] Paphaphat Thiraphattanavong[1]
Kanchanaporn Tongthong[1] Petcharat Rattanachompoo[1] Thanthika Kaewsoongnern[2] Yollada Sriset[2]
Warin Ohn-on[2] Jarinya Khoontawad[2] and Bhattaranitch Khampaenjiraroch[1*]

[1]สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[2]สาขาแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
[3]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[1]Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University
[2]Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus
[3]Faculty of Pharmaceutical Sciences, Ubon Ratchathani University
*E-mail: Bhattaranitch.kh@udru.ac.th

Received: Aug 21, 2023
Revised: Nov 01, 2023
Accepted: Nov 06, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากขมิ้นชัน และสมอพิเภก ตรวจสอบปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ในสารสกัดจากขมิ้นชัน รวมทั้งพัฒนาผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของสารสกัดดังกล่าวทั้งสองชนิด เมื่อนำสารสกัดจากขมิ้นชัน และสมอพิเภกที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี $ABTS^{+\cdot}$ และ DPPH ผลการทดสอบด้วยวิธี $ABTS^{+\cdot}$ พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ และสารสกัดจากสมอพิเภกที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.269±0.018 และ 0.104±0.004 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ และสารสกัดจากสมอพิเภกที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.951±0.013 และ 0.337±0.0194 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ในสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ด้วยโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 0.073±0.004, 305.60±0.05 และ 330.60±0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิว โดยแต่ละสูตรมีชนิดและปริมาณของสารก่อเจลที่แตกต่างกัน พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดเป็นสูตรที่ใช้คาร์โบพอล 940 เป็นสารก่อเจล ในปริมาณร้อยละ 0.2 โดยสูตรนี้ให้คุณลักษณะของอิมัลชันที่ดี และมีค่า pH เท่ากับ 6 ซึ่งน่าเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลผิวพรรณด้วยผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากสารสกัดธรรมชาติ

คำสำคัญ: ขมิ้นชัน สมอพิเภก เคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objectives of this research were to determine antioxidant activity of extracts of *Curcuma longa* L. and *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb., to examine curcuminoids complex content in the extracts of *C. longa* L. and to develop skincare emulsion products containing both extracts. The antioxidant activity of aqueous, 95% ethanol and acetonitrile extracts of *C. longa* L. and *T. bellirica* (Gaertn.) Roxb. was determined by using $ABTS^+$ and DPPH methods. By using $ABTS^+$ method, acetonitrile extract of *C. longa* L. and 95% ethanol extract of *T. bellirica* (Gaertn.) Roxb. exhibited the highest antioxidant properties with the IC_{50} of 0.269±0.018 and 0.104±0.004 mg/mL, respectively. By using DPPH method, acetonitrile extract of *C. longa* L. and aqueous extract of *T. bellirica* (Gaertn.) Roxb. exhibited the highest antioxidant properties with the IC_{50} of 1.951±0.013 and 0.337±0.0194 mg/mL, respectively. The study by high performance liquid chromatography revealed that the amounts of curcuminoids complex in aqueous, 95% ethanol and acetonitrile extracts of *C. longa* L. were 0.073±0.004, 305.60±0.05 and 330.60±0.45 mg/mL, respectively. The acetonitrile extract of *C. longa* L. and 95% ethanol extract of *T. bellirica* (Gaertn.) Roxb. were used to develop skincare emulsion products containing different type and amount of gelling agent. The most suitable formula with good emulsion characteristics and pH 6 contained 2% of Carbopol 940 as a gelling agent. This formula might be appropriate for usage as a skincare emulsion product for consumers who prefer using skincare products from natural extracts.

Keywords: *Curcuma longa* L., *Terminalia bellirica (Gaertn.) Roxb.*, Curcuminoids complex, Antioxidant activity

1. บทนำ

ผิวหนังเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายที่มีขนาดใหญ่ ครอบคลุมโครงสร้างร่างกายของมนุษย์ทำหน้าที่ปกป้องมลพิษต่าง ๆ และในขณะเดียวกันยังทำหน้าที่รับสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมถึงวิถีชีวิตของผู้คนที่เปลี่ยนแปลงไปจากสังคมชนบทสู่สังคมเมือง เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกตามผิวส่งผลให้เกิดสุขภาพผิวเสียถ้าหากไม่ได้รับการดูแล ส่งผลให้เกิดผลเสียตามมา ผู้คนจึงให้ความสำคัญกับสุขภาพผิวเพื่อให้มีสุขภาพผิวที่ดี มีการทำความสะอาดและบำรุงผิวทุกวันต่อเนื่องเป็นประจำเพื่อชำระล้างสิ่งสกปรก รวมถึงการบำรุงผิวเพื่อให้ผิวมีความชุ่มชื่น ส่งผลให้ผิวมีสุขภาพที่ดี ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ดูแลผิวที่เป็นทางเลือกมากขึ้น ซึ่งมีการปรับรูปแบบการผลิตใหม่ ๆ มีการใช้สารสกัดที่มาจากสารธรรมชาติ และมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิตเพื่อให้สารสำคัญของสมุนไพรในผลิตภัณฑ์มีความคงตัว ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างและมีประสิทธิภาพต่อผิวดียิ่งขึ้น

ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาขมิ้นชันที่เป็นสมุนไพรที่มีการใช้มาแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นำมาพัฒนารูปแบบใหม่โดยผ่านกระบวนการผลิตตำรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้ความร้อน ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรที่หาได้ง่าย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีลักษณะร่วน มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Curcuma longa* L. มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง [1] ช่วยบำรุงผิวพรรณและป้องกันการระคายเคืองของผิว [2] ขมิ้นชันยังถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง [3] เพราะมีฤทธิ์ป้องกันสิว ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางผิวหนัง ปกป้องผิว ลดริ้วรอย นอกจากนี้ยังสามารถช่วยยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและเม็ดสีเมลานินได้ [4] นอกจากขมิ้นชันจะมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายแล้ว ในขมิ้นชันยังมีกลุ่มสารที่มีประโยชน์ มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ เคอร์คูมิน (Curcumin) เคอร์คูมินนอยด์ (Curcuminoids) น้ำมันระเหย (Volatile oil) ที่มีลักษณะสีเหลืองอ่อน กลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) และกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) [5] ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวขมิ้นชันจึงเป็นสมุนไพรที่ควรนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้นทั้งทางยาและเครื่องสำอางเพื่อสุขภาพ ทั้งภายนอกและภายใน

นอกจากนี้งานวิจัยมีความสนใจในสมุนไพรสมอพิเภกที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งในตำรับยาตรีผลาที่ปัจจุบันมีการใช้หลากหลายรูปแบบ เช่น ช่วยลดระดับไขมันไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglycerides) และระดับน้ำตาในเลือดลดลง [6] การต้านเชื้อแบคทีเรียก่อสิว (*Propionibacterium acnes*) [7] เป็นต้น สมอพิเภกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. มีองค์ประกอบทางเคมีที่หลากหลาย เช่น กรดชิบูลาจิก (Chebulagic acid) กรดเอลลาจิก (Ellagic acid) และกรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นต้น ด้วยองค์ประกอบทาง

เคมีดังกล่าวจึงสามารถนำมาเป็นเครื่องสำอางบำรุงผิวได้ และยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์บำรุงผิวขาว เป็นต้น

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาครีมบำรุงผิวที่มีส่วนผสมจากสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภก โดยนำขมิ้นชัน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจในท้องถิ่นของจังหวัดอุดรธานีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงนับได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อีกหนึ่งทางเลือกที่เหมาะสมกับการดูแลผิว โดยศึกษาผลของสารก่อเจลที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสม โดยกระบวนการผลิตครีมบำรุงผิวใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ใช้ความร้อน เป็นกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตต่ำเนื่องจากประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเกิดประโยชน์ในทางพาณิชย์ รวมถึงเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคต่อไป ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานวิจัยที่ตั้งไว้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากขมิ้นชัน และสมอพิเภก ตรวจสอบปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ (Curcuminoids complex) ในสารสกัดจากขมิ้นชัน รวมทั้งพัฒนาผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของสารสกัดดังกล่าวทั้งสองชนิด

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. สารเคมีที่ใช้

สารมาตรฐานดีพีพีเอช (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) สารมาตรฐานเอบีทีเอส (2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid, ABTS) กรดแอสคอร์บิก (L-ascorbic acid) โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟส (Potassium persulfate) สารมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox) เอทานอล 95% (95% ethanol) อะซีโตไนไตรล์ (Acetonitrile) กรดอะซิติริก (Acetic acid) สารมาตรฐานเคอร์คูมิน (Curcumin standard)

2.2. เครื่องมือที่ใช้

เครื่องเขย่าสาร (Horizontal Shaker) เครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ตู้ควบคุมความชื้น (Desiccator cabinet) เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ (Microplate reader) เครื่องเขย่าสาร 96 well plate (Plate shaker) เครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography, HPLC) คอลัมน์ C18W (C18W column) ขนาด 4.6 × 250 มิลลิเมตร เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex) เครื่องผสมสารคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic homogenizer)

2.3. วิธีเตรียมสารสกัด

2.3.1. วิธีการสกัดขมิ้นชัน

ชั่งผงขมิ้นชัน 30 กรัม ผสมกับตัวทำละลายได้แก่ น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ ในปริมาณตัวทำละลายชนิดละ 350 มิลลิลิตร (1:12) เทตัวทำละลายลงในผงขมิ้นชันที่ชั่งไว้แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าผสมสาร นำเข้าเครื่องเขย่าสารเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำเครื่องปั่นหมุนเหวี่ยงที่ 3000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เพื่อแยกตะกอน แล้วนำเข้าเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง [8] หาค่าผลผลิตร้อยละ (% Yield) ของสารสกัดจากสมการ % Yield = (น้ำหนักของสารสกัด/น้ำหนักของผงสมุนไพร) x 100

2.3.2. วิธีการสกัดสมอพิเภก

ใช้วิธีการที่ดัดแปลงมาจากตำรับยาตรีผลา โดยนำผลแห้งของสมอพิเภกปริมาณ 12 กรัมต่อน้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร (1:25) ต้มด้วยไฟปานกลาง ประมาณ 20-30 นาที จนยาเดือด กรองผ่านผ้าขาวบางทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และสกัดผ่านตัวทำละลาย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ นำผลแห้งสมอพิเภก 20 กรัม ผสมกับตัวทำละลาย 200 มิลลิลิตร (1:10) เขย่าเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำเครื่องปั่นหมุนเหวี่ยงที่ 3000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาทีเพื่อแยกตะกอน แล้วนำเข้าเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง [9] หาค่าผลผลิตร้อยละ (% Yield) ของสารสกัด จากสมการ % Yield = (น้ำหนักของสารสกัด/น้ำหนักของผงสมุนไพร) x 100

2.4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง

2.4.1. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี $ABTS^{+\cdot}$

เตรียมสาร ABTS ให้ความเสถียรซึ่งประกอบด้วย 2,2-เอซิโนบิส-3-เอธิลเบนโซไธเอโซลีน-6-ซัลโฟนิคแอซิด (2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid,

ABTS) ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate, $K_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 140 มิลลิโมลาร์ (200:3.55) ที่ถูกตั้งไว้ในที่มืดนาน 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งถูกเจือจางด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปวัดที่ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร เท่ากับ 0.7-1

นำสารสกัดมาชั่ง 50 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เขย่าต่อเนื่องนาน 15 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ (Syringe filter) ขนาด 0.45 ไมครอน ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตร ใส่เพลทชนิด 96 หลุม ปริมาตร 200 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร โดยใช้กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) และโทรลอกซ์ (Trolox) เป็นสารมาตรฐาน นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (The half maximal inhibitory concentration, IC_{50}) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Sriset et al. [10] โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

1) นำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้ง (% Inhibition) การเกิดอนุมูลอิสระ จากสูตร

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{\text{Abs control - Abs sample}}{\text{Abs control}} \times 100$$

เมื่อ

Abs control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

Abs sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดสารสกัดสมุนไพร

2) คำนวณค่า IC_{50} โดยการสร้างกราฟร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (แกน y) และความเข้มข้นของสารสกัดหรือกรดแอสคอร์บิก หรือโทรลอกซ์ (แกน x)

2.4.2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ชั่งสารสกัด 50 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เขย่าต่อเนื่อง 15 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วปิเปตตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่เพลท 96 หลุม จากนั้นปิเปตสารละลาย DPPH ในเอทานอล 95% ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้โดยใช้กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) และโทรลอกซ์ (Trolox) เป็นสารมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณค่า IC_{50} ดัดแปลงมาจากวิธีของ Chairgulprasert and Kongsuwankeeree [11] โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

1) นำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้ง (% Inhibition) การเกิดอนุมูลอิสระ จากสูตร

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{\text{Abs control - Abs sample}}{\text{Abs control}} \times 100$$

เมื่อ

Abs control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

Abs sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดสารสกัดสมุนไพร

2) คำนวณค่า IC_{50} โดยการสร้างกราฟร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (แกน y) และความเข้มข้นของสารสกัดหรือกรดแอสคอร์บิก หรือโทรลอกซ์ (แกน x)

2.5. การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์

การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ (Curcuminoids complex) ในสารสกัดขมิ้นชันใช้เทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) ซึ่งทำโดยเตรียมตัวอย่างสารสกัด (n=3) โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จดบันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้ เติมน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสารคลื่นความถี่สูง นาน 20 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 10 มิลลิลิตร ผสมด้วยเครื่องเขย่าผสมสารให้เข้ากันจนได้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน นำสารละลาย 1 มิลลิลิตร เข้าเครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อแยกชั้นเจลและของเหลวออกจากกัน นำส่วนของเหลวใส่ลงในขวดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญต่อไป

สภาวะการวิเคราะห์ใช้เฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) โดยใช้อัตราส่วนของสารละลาย 4% Acetic acid และ Acetonitrile อัตราการไหล (Flow rate) ที่ใช้ คือ 1 มิลลิลิตร/นาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณสารละลายตัวอย่างที่ฉีด 5 ไมโครลิตร เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 20 นาที ใช้คอลัมน์ C18W ขนาด 4.6 × 250 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมโครเมตร และใช้การตรวจสอบด้วยคลื่นรังสียูวี (UV detector) ที่ความยาวคลื่น 425

นาโนเมตร สารละลายมาตรฐานที่ใช้คือสารมาตรฐานเคอร์คูมิน โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นคำนวณหาปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ของตัวอย่าง จากกราฟมาตรฐาน

2.6. การพัฒนาสูตรตำรับอิมัลชันบำรุงผิว

การพัฒนาสูตรตำรับอิมัลชันบำรุงผิวที่ผสมสารสกัดขมิ้นชันและสมอพิเภกประกอบด้วย 6 ตำรับ ที่มีส่วนประกอบในตำรับ คือ สารก่ออิมัลชัน (Emulsifying agent) สารให้ความชุ่มชื้น (Emollient) สารสกัดขมิ้นชันในอะซีโตไนไตรล์ และ สารสกัดสมอพิเภกในเอทานอล 95% สารกันเสีย สารก่อเจล (Gelling agent) และอื่น ๆ ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งทุกตำรับมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6 เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากการซึมสู่ผิวและลักษณะทางกายภาพภายนอกของอิมัลชันขึ้นอยู่กับสารก่อเจล ดังนั้นในตำรับอิมัลชันได้นำสารก่อเจล 3 ชนิด มาใช้ในปริมาณ 0.1 และ 0.2 กรัม ได้แก่ คาร์โบพอล 940 (Carbopol 940) คาร์โบพอล์อัลเทรส 10 (Carbopol ultrez 10) และ คาร์โบพอล์อัลเทรส 2020 (Carbopol ultrez 2020) โดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Hazra et al. [12]

นำสารก่ออิมัลชันผสมกับองค์ประกอบวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน ผสมกับสารสกัดสมุนไพรเข้าด้วยกันใช้แท่งแก้วคนจนเกิดเป็นเนื้ออิมัลชันใน บีกเกอร์ที่ 1 จากนั้นนำสารก่อเจลมากระจายในน้ำอุณหภูมิห้องเตรียมใส่ในบีกเกอร์ที่ 2 นำบีกเกอร์ที่ 2 เทลงในบีกเกอร์ที่ 1 ใช้แท่งแก้วคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติมสารปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เติมสารกันเสียและกลิ่น จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 100 กรัม และนำไปทดสอบในสภาวะเร่ง (Heating and cooling) ที่อุณหภูมิ 4 , 25 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 6 รอบ เพื่อดูลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะภายนอก การแยกชั้น การตกตะกอน กลิ่น สี และการซึมผ่านผิวเมื่อทาลงบนผิวหนัง และลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง

Table 1 Composition of different formulas of skincare emulsion product

Composition	Formula (%w/w)					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Viscolam AT 100	4	4	4	4	4	4
Glycerin	2	2	2	2	2	2
C. longa L.	3	3	3	3	3	3
T. bellirica (Gaertn.) Roxb	2	2	2	2	2	2
Ascorbyl palmitate	1	1	1	1	1	1
Vitamin E acetate	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Rice bran oil	2	2	2	2	2	2
Phenoxy ethanol	1	1	1	1	1	1
Carbopol 940	0.1	0.2	-	-	-	-
Carbopol ultrez 10	-	-	0.1	0.2	-	-
Carbopol ultrez 2020	-	-	-	-	0.1	0.2
Triethanolamine	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.
Flavour	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.
Adjust with distilled water	100	100	100	100	100	100

q.s. stands for quantum satis which is a Latin term meaning “Add as much of the ingredient as is needed to achieve the desired result, but not more”.

3. ผลการวิจัย

3.1. การเตรียมสารสกัด

จากการทดลองพบว่าผลผลิตร้อยละ (% Yield) ของสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ เท่ากับ ร้อยละ 2.51 ร้อยละ 8.15 และร้อยละ 13.58 ตามลำดับ ส่วนผลผลิตร้อยละของสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์พบว่ามีผลผลิตร้อยละ เท่ากับ ร้อยละ 16.18 ร้อยละ 15.19 และร้อยละ 9.33 % ตามลำดับ

3.2. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี $ABTS^{+\cdot}$ พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.276±0.025, 0.422±0.021 และ 0.269±0.018 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.689±0.020, 0.104±0.004 และ 0.496±0.015 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic) และโทรลอกซ์ (Trolox) ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐาน พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.23±0.010 และ 0.22±0.000 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Figure 1)

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.292±0.034, 2.135±0.664 และ 1.951±0.013 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.337±0.0194, 0.810±0.004 และ 0.3547±0.089 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic) และโทรลอกซ์ (Trolox) ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐาน พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.20±0.010 และ 0.23±0.000 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Figure 2)

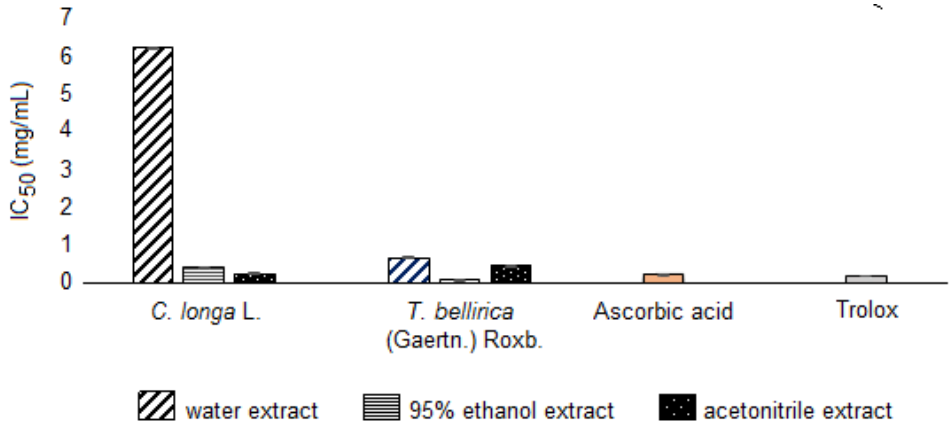

Figure 1 Antioxidant activity of herb extracts and standards studied by $ABTS^{+}$ method

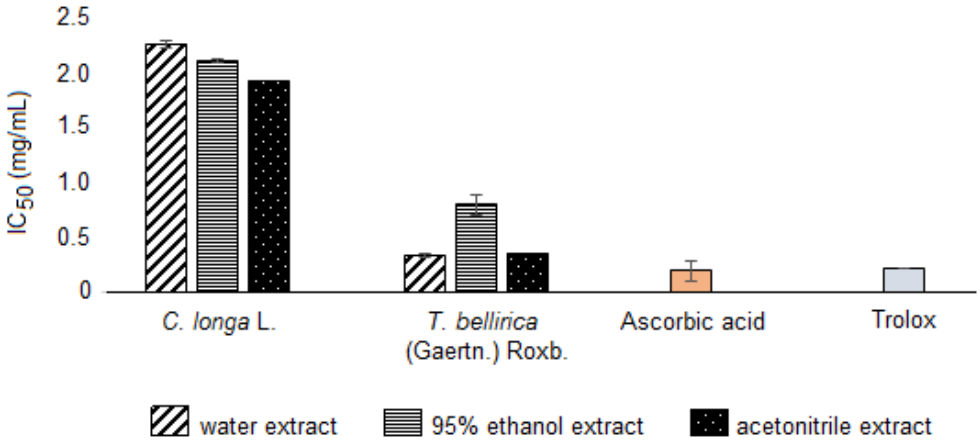

Figure 2 Antioxidant activity of herb extracts and standards studied by DPPH method

3.3. การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์

เมื่อนำสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มาวิเคราะห์หาปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่า สารสกัดขมิ้นชันในตัวทำละลายทุกชนิดมีระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสารผ่านคอลัมน์ (Retention time) อยู่ในช่วง 13.1 นาที ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์มีปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์มากที่สุด รองลงมา คือ สารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอล 95% และน้ำ ตามลำดับ โดยปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ที่พบในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรส์ เท่ากับ 0.073±0.004, 305.60±0.05 และ 330.60±0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (Figure 3)

3.4. การพัฒนาสูตรตำรับอิมัลชันบำรุงผิว

ในการทดลองนี้ได้นำสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มาใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับอิมัลชันบำรุงผิวที่ผสมสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภก จำนวน 6 สูตร โดยแต่ละสูตรมีชนิดและปริมาณของสารก่อเจลที่แตกต่างกัน (Table 1) พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดเป็นสูตรที่ใช้คาร์โบพอล 940 (Carbopol 940) เป็นสารก่อเจล ในปริมาณร้อยละ 0.2

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวมาทดสอบในสภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 4 , 25 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 6 รอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น ไม่ตกตะกอน มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีสีเหลืองอ่อน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 6 นอกจากนี้เมื่อนำมาสัมผัสทาลงบนผิวพบว่าสามารถซึมผ่านผิวได้ดี นอกจากนี้สารที่ใช้ในกระบวนการนี้ได้แก่ วิสโคลาม เอที 100 พี (Viscolam AT 100) ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด (Thickener) และสารเพิ่มความคงตัว (Stabilizer) สำหรับอิมัลชัน เป็นโพลิเมอร์พร้อมใช้เพื่อตั้งตำรับครีม โดยสามารถใช้ได้ทั้งกระบวนการเตรียมแบบไม่ใช้และใช้ความร้อน นิยมใช้ในปริมาณร้อยละ 2-8 (%w/w) ของตำรับ ซึ่งจะให้ความหนืดที่ 45000-65000 cps และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 4.0-6.0 และนิยมใช้สารก่อเจลกลุ่มที่ชอบน้ำผสมเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความมันลดลง ล้างน้ำออกง่าย เมื่อทาจะรู้สึกเย็นและดูดซึมดี ผลการทดลองพบว่าสารก่อเจลที่ดีที่สุด คือ คาร์โบพอล 940 โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 2 ร่มกับ วิสโคลาม เอที 100 พี ปริมาณร้อยละ 4

4. อภิปรายผลการวิจัย

ผลผลิตร้อยละ (% Yield) ของสกัดสารที่สกัดจากสมุนไพร ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของสมุนไพร ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด เป็นต้น [13]-[16] จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า ผลผลิตร้อยละของสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยน้ำมีค่าต่างกัน คือ ร้อยละ 13.58 และร้อยละ 9.33 ตามลำดับ หรือผลผลิตร้อยละของสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วย น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีค่าต่างกัน คือ ร้อยละ 2.51 ร้อยละ 8.15 และ ร้อยละ 13.58 ตามลำดับ จากงานวิจัยที่ผ่านถึงแม้ว่าจะใช้สมุนไพร และตัวทำละลายชนิดเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แต่ก็ให้ผลผลิตร้อยละของสารสกัดที่แตกต่างกัน เช่น การสกัดขมิ้นชันด้วยเอทานอล 95% ได้สารสกัดหนืดที่มีสีเหลืองเข้ม และมีผลผลิตร้อยละ เท่ากับร้อยละ 12.28 [14] หรือการสกัดสมอพิเภกด้วยเอทานอล 95% ได้สารสกัดหนืดที่มีสีน้ำตาล และมีผลผลิตร้อยละ เท่ากับร้อยละ 20 [15] กรณีนี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อผลผลิตร้อยละของสารสกัดที่ได้ เนื่องจากในการสกัดสมอพิเภกในกรณีหลังนี้ใช้เวลาในการสกัด 3 วัน จึงทำให้ได้ผลผลิตร้อยละที่สูงกว่าผลผลิตร้อยละของการสกัดสมอพิเภกด้วยเอทานอล 95% ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.19

เมื่อนำสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภกมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ วิธี $ABTS^{+}$ พบว่าสารสกัดขมิ้นชันและสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยน้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้มีกลุ่มสารเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ และสารฟีนอล (Phenols) จึงทำให้แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูง [17] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amorati and Valgimigli [18] ที่ได้นำสารสกัดขมิ้นชันมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แล้วพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นผลมาจากกลุ่มสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในขมิ้นชัน ได้แก่ โพลีฟีนอล (polyphenols) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) วิตามินซี วิตามินอี คูมาริน (Coumarin) [18] Badoni et al. [19] ได้รายงานผลการทดลองที่มีลักษณะคล้ายกัน โดย Badoni et al. นำสมอพิเภกมาสกัดด้วยน้ำและทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดของสมอพิเภกในน้ำมีองค์ประกอบของกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ อัลคาลอยด์ (Alkaloids) แทนนิน (Tannin) คูมาริน ฟลาโวนอยด์ และฟีนอล แต่เมื่อสกัดสมอพิเภกด้วยตัว

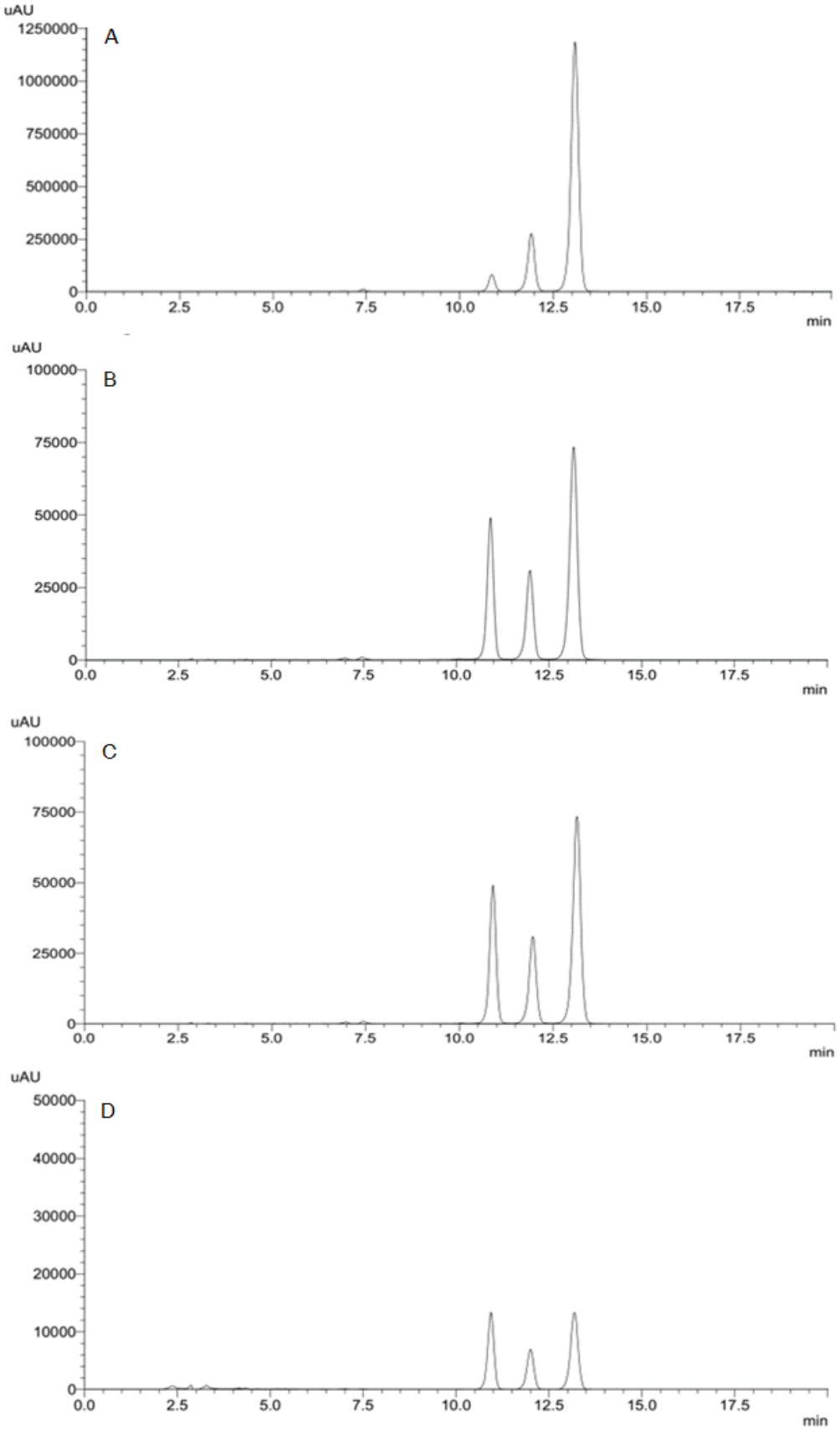

Figure 3 Chromatograms of standard curcumin (A) and curcuminoids complex in acetonitrile (B), 95% ethanol (C) and aqueous (D) extracts of *C. longa* L.

ทำละลายอินทรีย์จะได้สารกลุ่มแทนนิน ซาโปนิน (Saponin) ฟีนอล และฟลาโวนอยด์ [20] ข้อมูลเหล่านี้ช่วยยืนยันว่าเพราะเหตุใดเมื่อนำสารสกัดสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน จึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ในสารสกัดขมิ้นชันโดยวิธี HPLC สามารถแยกชนิดของปริมาณสารเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ทั้ง 3 ชนิดได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongchai et al. [21] ที่วิเคราะห์หาปริมาณสำคัญในสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้คอลัมน์ C18 ใช้เฟสเคลื่อนที่ คือ กรดอะซีติก 2% และอะซีโตไนไตรล์ โดยใช้วิธีตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 420-425 นาโนเมตร

ด้วยเหตุที่ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรพื้นบ้านและเป็นพืชเศรษฐกิจที่พบมากในเขตอำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี โดยมีการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกขมิ้นชัน เพื่อขายในเชิงพาณิชย์ จึงจำเป็นต้องหาปริมาณสารสำคัญของขมิ้นชันเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการส่งออกของขมิ้นชันแก่ผู้บริโภค ในงานวิจัยนี้ได้หาปริมาณสารเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ในสารสกัดขมิ้นชันด้วยวิธีโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) พบว่าสารสกัดขมิ้นชันในเขตอำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี ที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์มีปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ มากที่สุด เท่ากับ 330.60±0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และนำสารสกัดที่ได้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของสารสกัดขมิ้นชัน และสารสกัดสมอพิเภก โดยใช้กระบวนการเตรียมแบบไม่ใช้ในความร้อน (Cold process) ความแตกต่างจากการเตรียมอิมัลชันทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 วัฏภาค คือ น้ำ และ น้ำมัน โดยต้องใช้ความร้อนในกระบวนการเตรียมเป็นหลักถึงจะขึ้นรูปเป็นอิมัลชันได้ แต่กระบวนการเตรียมแบบไม่ใช้ในความร้อน (Cold process) ไม่ทำลายสารสกัด ทำให้ปริมาณสารสำคัญยังคงสภาพมากกว่าวิธีการเตรียมอื่น ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rachmawati et al. [22] ที่พบว่ากระบวนการพัฒนาอิมัลชันเป็นการผสมสารสำคัญโพลิเมอร์สังเคราะห์รูปแบบของเหลว และน้ำเข้าด้วยกันโดยไม่ใช้ความร้อน และเติมองค์ประกอบพื้นฐานอื่น ๆ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว และป้องกันเคอร์คูมินจากการสลายตัวทางเคมีด้วย

อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น จำเป็นต้องมีการทดสอบในเซลล์เพาะเลี้ยงหรือสัตว์ทดลอง การซึมผ่านผิว การปลอดปล่อยตัวยา การระคายเคือง และการทดสอบความพึงพอใจมนุษย์ต่อไป เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ โดยเป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องสำอางผสมสมุนไพรและข้อกำหนดตามมาตรฐานตามพระราชบัญญัติผลิตภัณฑ์สมุนไพร

5. บทสรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำขมิ้นชันและสมอพิเภกที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เอทานอล 95% และอะซีโตไนไตรล์ มาศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธี $ABTS^{+\cdot}$ พบว่า สารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.269±0.018 และ 0.104±0.004 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.951±0.013 และ 0.337±0.0194 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์ ในสารสกัดขมิ้นชันด้วยวิธี HPLC พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์มีปริมาณเคอร์คูมินนอยด์ คอมเพล็กซ์มากที่สุดเท่ากับ 330.60±0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำเอาสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดด้วยอะซีโตไนไตรล์ และสารสกัดสมอพิเภกที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชันบำรุงผิว พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดเป็นสูตรที่ใช้คาร์โบพอล 940 เป็นสารก่อเจล ในปริมาณร้อยละ 0.2 โดยสูตรนี้ให้คุณลักษณะของอิมัลชันที่ดี และมีค่า pH เท่ากับ 6

6. References

[1] Cikrikci, S., Mozioglu, E. and Yilmaz, H. 2008. Biological activity of curcuminoids isolated from Curcuma longa. **Records of Natural Products.** 2(1): 19.

[2] Labban, L. 2014. Medicinal and pharmacological properties of Turmeric (*Curcuma longa*): A review. **International Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences.** 5(1): 17-23.

[3] Kole, P.L. and et al. 2005. Cosmetic potential of herbal extracts. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin.** 61(4): 419-425.

[4] Goenka, S., Johnson, F. and Simon, S.R. 2021. Novel chemically modified curcumin (CMC) derivatives inhibit tyrosinase activity and melanin synthesis in B16f10 mouse melanoma cells. **Biomolecules.** 11(5): 674.

[5] Balaji, S. and Chempakam, B. 2010. Toxicity prediction of compounds from turmeric (*Curcuma longa L*). **Food and Chemical Toxicology.** 48(10): 2951-2959.

[6] Kaewtong, A. 2018. Effects of Triphala herbal formula in obesity stage 1 subjects at Maharaj Nakhon Si Thammarat Hospital. **Maharaj Nakhon Si Thammarat Medical Journal.** 2(1): 19-30. (*in Thai*)

[7] Prathumtet, J. and et al. 2021. Comparison of antioxidant and anti-acne causing bacteria (*P. acnes*) activities of methanolic extracts from Triphala herbals. **Journal of Traditional Thai Medical Research.** 7(1): 2-14. (*in Thai*)

[8] Braga, M.E. and et al. 2003. Comparison of yield, composition, and antioxidant activity of turmeric (*Curcuma longa* L.) extracts obtained using various techniques. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 51(22): 6604-6611.

[9] Net-anong, S. and et al. 2015. Free radical scavenging activity and total phenolic content of different times for extraction triphala powder and its stability study. **Thammasat Medical Journal.** 15(3): 472-479. (*in Thai*)

[10] Sriset, Y., Chatuphonprasert, W. and Jarukamjorn, K. 2021. Bergenin attenuates sodium selenite-induced hepatotoxicity via improvement of hepatic oxidant-antioxidant balance in HepG2 cells and ICR mice. **Journal of Biologically Active Products from Nature.** 11(2): 97-115.

[11] Chairgulprasert, V. and Kongsuwankeeree, K. 2017. Preliminary phytochemical screening and antioxidant activity of robusta coffee blossom. **Science & Technology Asia.** 22(1): 1-8.

[12] Hazra, B. and et al. 2010. Comparative study of the antioxidant and reactive oxygen species scavenging properties in the extracts of the fruits of *Terminalia chebula*, *Terminalia belerica* and *Emblica officinalis*. **BMC Complementary and Alternative Medicine.** 10: 20.

[13] Neves, M.I.L. and et al. 2020. Biorefinery of turmeric (*Curcuma longa* L.) using non-thermal and clean emerging technologies: An update on the curcumin recovery step. **RSC Advances.** 10(1): 112-121.

[14] Kang, W.S. and et al. 1998. Antioxidative property of turmeric (*Curcumae rhizoma*) ethanol extract. **Korean Journal of Food Science and Technology.** 30(2): 266-271.

[15] Khacharat, L. and et.al. 2015. Potentiality of endophytic fungi isolated from Thai medicinal plants in Piperaceae Family to control fungi causing postharvest decay of fruit. In: **Proceedings of the 53rd Kasetsart University Annual Conference,** 3-6 February 2015. Bangkok, Thailand. (*in Thai*)

[16] Duanyai, S. and et al. 2021. Antioxidant activities, total phenolic and total flavonoid contents of Trisamor Trisutthakula and Tripholsamutthan. **Journal of Traditional Thai Medical Research.** 7(2): 93-104. (*in Thai*)

[17] Nahak, G. and Sahu, R.K. 2011. Evaluation of antioxidant activity in ethanolic extracts of five curcuma species. **International Research Journal of Pharmacy.** 2(12): 243-248.

[18] Amorati, R. and Valgimigli, L. 2018. Methods to measure the antioxidant activity of phytochemicals and plant extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 66: 3324-3329.

[19] Badoni, H. and et al. 2016. Phytochemical analyses and evaluation of antioxidant, antibacterial and toxic properties of *Emblica officinalis* and *Terminalia bellirica* fruit extracts. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research.** 9(6): 96-102.

[20] Jaengklang, C. and et al. 2022. Study on total phenolic content, total flavonoid content and free radical scavenging activity in herbal extract. **Journal of Traditional Thai Medical Research.** 8(1): 93-106. (*in Thai*).

[21] Thongchai, W. and et al. 2011. Analysis of curcuminoids in raw materials and cosmetic products from *Curcuma* spp. **Life Sciences and Environment Journal.** 12(2): 32-49. (*in Thai*)

[22] Rachmawati, H., Budiputra, D.K. and Mauludin, R. 2015. Curcumin nanoemulsion for transdermal application: Formulation and evaluation. **Drug Development and Industrial Pharmacy.** 41(4): 560-566.