การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นจากสารสกัดกระเจี๊ยบเขียว

Development of Moisturizing Product from Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Extract

พัชรีวรรณ เบ้าคำ ตฤณลดา แสงทอง นิชนันท์ สุชนวัฒนกุล และ มธุกร สายนาคำ*

Phatchareewan Bhaokam, Trinlada Saengtong, Nitchanan Suchonwattanakul and Mathukorn Sainakham*

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อ. เมือง จ. พะเยา 56000

School of Pharmaceutical Sciences, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

**Corresponding author: Email: Mathukorn.sa@up.ac.th*

(Received: 6 November 2019; Accepted: 17 April 2020)

Abstract: The aim of this study was to extract and investigate the biological activity of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) for development of moisturizing product. In this study, the okra was extracted by water and ethanol at various concentrations with maceration and reflux extraction. After that, crude extracts were determined to the polysaccharide and total phenolic content, free radical scavenging and lipid peroxidation inhibition. The selected okra extract was formulated to emulsion-gel and evaluated formulation stability, skin irritation with patch-test and moisturizing effect in women volunteer skin. The results showed that dry okra extracted using 50% ethanol by maceration process (MTd50) gave % yield at 27.50%, total polysaccharides at 5.58 ± 0.03 mg glucose/g, total phenolic compounds at 1.24 ± 0.01 mg GAE/g, SC_{50} value of 0.59 ± 0.07 mg/ml and IPC_{50} value of 0.02 ± 0.02 mg/ml. MTd50 extract was selected to formulate emulsion-gel products which showed high stability, no irritation and increasing the hydration of women volunteer skin for 90 minutes. Therefore, cosmetic products containing okra extract have the potential for development of skin moisturizer.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* extracts, antioxidant activity, moisturizing effect, patch test, skin hydration evaluation

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดและทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดกระเจี๊ยบเขียว เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้น การศึกษานี้ได้นำกระเจี๊ยบเขียวมาสกัดด้วยน้ำ และเอทานอล (ethanol) ความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อนและวิธีไหลย้อนกลับด้วยความร้อน จากนั้นนำสารสกัดมาทดสอบหาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) และสารฟีนอลิกรวม ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ ความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid peroxidation) ตั้งตำรับผลิตภัณฑ์อิมัลชันเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวเพื่อประเมินความคงตัวของตำรับ ทดสอบการระคายเคืองด้วยวิธี patch test และความชุ่มชื้นในผิวหนังของอาสาสมัครเพศหญิง ผลการทดลองพบว่าสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวแห้งที่สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50% โดยวิธี MT (MTd50) มีเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้ 27.50% มีปริมาณ Polysaccharide 5.58±0.03 mg glucose/g ปริมาณฟีนอลิกรวม 1.24 ± 0.01 mg GAE/g มีค่า SC_{50} 0.59 ± 0.07 mg/ml และค่า IPC_{50} 0.02 ± 0.02 mg/ml สารสกัด MTd50 ถูกนำมาเตรียมตำรับผลิตภัณฑ์อิมัลชันเจลที่มีความคงตัว ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังของอาสาสมัครนาน 90 นาที ดังนั้นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวจึงมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนัง

คำสำคัญ: สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ให้ความชุ่มชื้น การทดสอบการระคายเคือง การทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มความชุ่มชื้น

คำนำ

กระเจี๊ยบเขียว (okra) (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุประมาณ 1 ปี ลำต้นและกิ่งก้านมีสีเขียว มีจุดประม่วง ตามลำต้นจะมีขนอ่อนหยาบ ๆ มีใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ มักเว้าเป็น 3 แฉก ปลายใบหยักแหลม โคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจ ใบมีขนหยาบ ก้านใบยาว ผลมีลักษณะเป็นฝักสีเขียวทรงเรียวยาว มักโค้งเล็กน้อย ปลายฝักแหลมเป็นจีบ ผิวฝักมีเหลี่ยมเป็นสัน โดยฝักมีสันเป็นเหลี่ยมตามยาวอยู่ 5 เหลี่ยม ตามฝัก จะมีขนอ่อน ๆ อยู่ทั่วฝัก ฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จากการศึกษาของ Roy *et al.* (2014) พบว่าในฝักมีน้ำเมือกข้นเหนียว และมีเมล็ดลักษณะกลมอยู่มาก ฝักอ่อนมีรสหวาน ซึ่งในฝักกระเจี๊ยบเขียวมีสารสำคัญ ประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น carotene, folic acid, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin c, oxalic acid และ amino acids นอกจากนี้เมล็ดของกระเจี๊ยบเขียวยังอุดมไปด้วยโปรตีนและไขมัน อีกทั้งน้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวยังมี palmitic acid, oleic acid และ linoleic acid จากการศึกษาของ Jia *et al.* (2011) พบว่าในฝักกระเจี๊ยบเขียวมีสารเมือกที่ประกอบไปด้วย polysaccharide แบบพอลิเมอร์สายเกลียว โดยมี galactose, rhamnose และ galacturonic acid อยู่ในโครงสร้าง สาร polysaccharide มีฤทธิ์เพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังได้ นอกจากนี้กระเจี๊ยบเขียวยังเป็นแหล่งของสารประกอบ polyphenolic โดยมี hyperoside, quercetin, coumarin, scopoletin, uridine, phenylalanine อนุพันธ์ quercetin และ (-)-epigallocatechin ซึ่งเป็นสารประกอบหลักของการต้านอนุมูลอิสระที่พบในกระเจี๊ยบเขียว อีกทั้งยังมีงานวิจัยของ kanlayavattanakul *et al.* (2012) พบว่า polysaccharide ในตำรับเจลทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของเมือกกระเจี๊ยบเขียวสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับมืออาสาสมัครเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากกระเจี๊ยบเขียว เพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง และนำผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวมาทดสอบในอาสาสมัครเพื่อทดสอบการระคายเคือง และการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมพืช

นำฝักกระเจี๊ยบเขียวสดจากร้านขายผักในกรุงเทพมหานคร มาล้างทำความสะอาด หั่นลดขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร และนำฝักสดบางส่วนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง จะได้ฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ลดขนาดแบบสดและแห้ง เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

การสกัดสารสำคัญจากฝักกระเจี๊ยบเขียวด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อน

วิธีการสกัดนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Fan *et al.* (2014) และ Manosroi *et al.* (2012) โดยนำฝักกระเจี๊ยบเขียวที่เตรียมไว้บรรจุลงในโหลแก้วปริมาณ 20 กรัม โดยทำการแช่หมัก 3 วิธี คือ 50 % ethanol, 95% ethanol และน้ำกลั่น จำนวน 200 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง และนำฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้งที่แช่หมักด้วย DI water ไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แช่หมักเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเขย่าบนเครื่อง incubator shaker เป็นเวลา 10 นาที กรองสารสกัดที่ได้จากการหมักด้วย 50% ethanol และ 95% ethanol ผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 และนำสารสกัดที่แช่หมักด้วย DI water นำไปปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่อง centrifuge (Thermo Scientific, Massachusetts, USA) ที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารละลายที่กรองได้มาระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (Eyela N-1001, Tokyo, Japan) จนได้สารสกัดหยาบ เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นผลผลิตที่ได้ (% yield)

การสกัดสารสำคัญจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแบบไหลย้อนกลับด้วยความร้อน

วิธีการสกัดนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Yuan *et al.* (2019) โดยนำฝักกระเจี๊ยบเขียวที่เตรียมไว้บรรจุลงใน ขวดก้นกลมปริมาณ 20 กรัม และเติมตัวทำละลายโดยแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ 50% ethanol, 95% ethanol และ DI water ปริมาตร 200 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง จากนั้นจึงให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง นำสารสกัดที่ได้จากการสกัด ด้วย 50% ethanol และ 95% ethanol กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 ส่วนสารสกัดที่ต้มด้วย DI water นำไปปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารละลายที่กรองได้มาระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator จะได้สารสกัดหยาบ เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ (% yield)

การหาปริมาณ Polysaccharide ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียว ด้วยวิธี Phenol-sulfuric acid

วิธีการนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Jia and Zhao *et al.* (2015) โดยเตรียมสารสกัดความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาใส่หลอดทดลอง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 6% phenol ปริมาตร 0.67 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดซัลฟูริกปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer (Scientific Industries, New York, USA) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 25 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer (Thermo Scientific, Massachusetts, USA) นำค่าที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส เพื่อคำนวณหาปริมาณ polysaccharide

การหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวโดยวิธี Folin-Ciocalteu method

วิธีการนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Zhang *et al.* (2006) โดยเตรียมสารสกัดความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารสกัดที่เตรียมได้ ลงใน 96 well microplate ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 10% folin-ciocalteu reagent ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วเติม 10% sodium carbonate ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันอีกครั้ง ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ บ่มทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 755 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (BioTek Synergy H1, Vermont, USA) และนำ

ค่าที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก เพื่อคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH)

วิธีการนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Manosroi *et al.* (2016) โดยเตรียมสารสกัดที่มีความเข้มข้น 5 ระดับ (0.001-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เตรียม ascorbic acid เป็น positive control เติมสารตัวอย่างลงใน 96 well plate ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เติม DPPH ที่ละลายใน 95% ethanol 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ลงไป 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส นำไปวัดค่าดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader แล้วนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่า % scavenging = [(A-B)/A] x 100 โดยค่า A คือค่าดูดกลืนแสงของกลุ่มควบคุม (control) และค่า B คือค่าดูดกลืนแสงของกลุ่มตัวอย่าง (sample) จากนั้นนำค่าไปพลอตกราฟระหว่าง % scavenging และค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างเพื่อหาค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งอนุมูลอิสระที่ 50% (SC_{50})

การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation ด้วยวิธี ferric thiocyanate (FTC)

วิธีการนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Manosroi *et al.* (2016) โดยเตรียมสารสกัด 5 ความเข้มข้น (0.001-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เตรียม ascorbic acid เป็น positive control เติมสารตัวอย่างลงใน 96 well plate ปริมาตร 50 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 50 มิลลิกรัม linoleic acid ใน 50% DMSO ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เติมสารละลาย NH_4SCN 0.385 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และเติม $FeCl_2$ 0.2538 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรที่ละลายใน 2.4% HCl ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส ใน 96 well plate นำไปวัดค่าดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร โดยเครื่อง microplate reader แล้วนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาหาค่า % inhibition of lipid peroxide = [(A-B)/A] x 100 โดยค่า A คือค่าดูดกลืนแสงของกลุ่มควบคุม (control) และค่า B คือค่าดูดกลืนแสงของกลุ่มตัวอย่าง (sample) จากนั้นนำค่าไปพลอตกราฟระหว่าง % inhibition of lipid peroxide และค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่าง เพื่อหาค่าความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation ที่ 50% (IPC_{50})

การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์อิมัลชั่นเจล (emulsion gel)

ชั่งสารใน Part A ให้เข้ากัน แล้วนำไปให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึง 70-75 องศาเซลเซียส ด้วยเตาความร้อน (hot plate) เมื่ออุณหภูมิได้ตามกำหนดจึงค่อย ๆ เติม hydroxyethyl cellulose ลงในบีกเกอร์ Part A พร้อมปั่นผสมด้วยเครื่อง magnetic stirrer ที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที จน hydroxyethyl cellulose พองตัว ชั่งสารใน Part B ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึง 75-80 องศาเซลเซียส แล้วเทส่วนผสมของ Part A ลงใน Part B คนให้ผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว รอให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส จึงชั่งสารใน Part C ผสมจนเป็นสารละลายเดียวกัน เทลงในส่วนผสมของ Part A+B คนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน และสุดท้ายชั่งสารใน Part D และเติมลงในส่วนผสมของ Part A+B+C คนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่เตรียมไว้ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป (Table 1)

ทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชันเจล

การทดสอบความคงตัวแบบเร่งด้วยอุณหภูมิร้อนสลับเย็น (heating-cooling cycle) ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Jaipakdee *et al.* (2015) โดยการเก็บตำรับที่เตรียมเสร็จทั้ง 2 ตำรับ คือ ตำรับพื้นที่ไม่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวและตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว แบ่งใส่ขวดแก้วแล้วปิดฝา ใส่ในตู้เย็น 4 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำทั้ง 2 ตำรับเข้าตู้อบที่ 45 ± 5 องศาเซลเซียส อีกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทดสอบ 7 รอบ เมื่อครบจำนวนรอบที่กำหนดทำการบันทึกผล ค่าความหนืด สี กลิ่น การแยกชั้น และพีเอช ของผลิตภัณฑ์

Table 1. Ingredients of the emulsion-gel formulation containing pod okra extract

Part	Ingredients	Master formula (%w/w)	Function
A	DI water	74.50	solvent
	Butylene glycol	5.00	humectant
	Hydroxyethyl cellulose	1.50	gelling agent
B	Caprylic/capric triglyceride	5.00	emollient
	Cyclopentasiloxane (and) dimethicone (and) dimethicone/vinyl dimethicone Crosspolymer	2.00	thickener
	Glyceryl Stearate (and) PEG-100 Stearate	1.00	emulsifier
	Dimethicone	5.00	emollient
C	DI water	5.00	solvent
	Okra extract	0.50	active ingredient
D	Phenoxyethanol	0.50	preservative

การทดสอบการระคายเคืองและความชุ่มชื้นในอาสาสมัคร

การทดสอบนี้ดัดแปลงจากวิธีของ Limpongsa *et al.* (2014), di Nardo *et al.* (1996) และ Kanlayavattanakul *et al.* (2012) ตามลำดับ ศึกษาในประชากรกลุ่มเดียว โดยเป็นอาสาสมัครเพศหญิงสัญชาติไทย จำนวน 15 คน ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่โรคประจำตัว ไม่แพ้สารเคมีหรือเครื่องสำอางใด ๆ และไม่ได้ใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหรือยาใด ๆ บนบริเวณที่ทดสอบ ในการทดสอบให้อาสาสมัครอยู่ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 2% เป็นเวลา 30 นาทีก่อนการทดสอบ เริ่มด้วยการทดสอบการระคายเคืองด้วยวิธี patch test บริเวณท้องแขน โดยใส่สารทดสอบ คือ 3% sodium lauryl sulfate (SLS) เป็น positive control, sterile distilled water เป็น negative control, ตำรับพื้นไม่มีสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว และตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวที่เตรียมไว้ปริมาณ 0.3 กรัม ลงในผ้าก็อซขนาด 1x1 เซนติเมตร นำผ้าก็อซแปะลงบนท้องแขนเป็นแถวยาวในแนวตรงโดยแต่ละแผ่นมีระยะห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร และแปะทับด้วยแผ่นฟิล์มใสกันน้ำ ทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าความแดงที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความแดงของผิว (skin color) ก่อนและหลังทดสอบ ส่วนวิธีการวัดความชุ่มชื้นของผิว (skin hydration) ทำการวัดก่อนทดสอบความชุ่มชื้นเปรียบเทียบกับหลังทดสอบความชุ่มชื้น โดยการทาผลิตภัณฑ์ทดสอบ 1 ครั้ง คือ ตำรับพื้นไม่มีสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว ตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว และตำรับผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มความชุ่มชื้นตามท้องตลาด ปริมาณ 0.5 กรัม บริเวณท้องแขน บนพื้นที่ 1x1 เซนติเมตร จากนั้นวัดค่าความชุ่มชื้นที่เวลา 15, 30, 60, 90 และ 120 นาที การทดสอบข้างต้นนี้ได้รับการอนุมัติแล้วจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

การแสดงผลและสถิติที่ใช้

การศึกษาการระคายเคืองและทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังใช้สถิติ paired t-test ในการประเมินผล โดยมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (p-value <0.05) และใช้โปรแกรม IBM® SPSS® Statistics version 24 (SPSS Inc., Chicago, USA) ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การสกัดสารสำคัญจากฝักกระเจี๊ยบเขียว

เมื่อเปรียบเทียบ % yield ของสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวพบว่า สารสกัดที่มี % yield สูงสุด 2 ลำดับแรก คือสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้ง สกัดด้วยวิธีไหลย้อนกลับด้วยความร้อนด้วยตัวทำละลาย 50% ethanol (RFd50) และสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้งสกัดด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อนด้วยตัวทำละลาย 50% ethanol (MTd50) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.65% และ 27.50% ตามลำดับ (Table 2) การใช้ตัวทำละลาย 50% ethanol ทำให้ได้สารสกัดออกมาในปริมาณมาก จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Chansukh (2019) พบว่าสารในกลุ่ม polysaccharide มีความสามารถในการละลายน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วได้ดี และสารในกลุ่ม polyphenol มีความสามารถในการละลาย ethanol ซึ่งเป็นตัวทำละลายกึ่งมีขั้วได้ดีเช่นกัน จึงทำให้ตัวทำละลาย 50% สามารถสกัดสารทั้ง 2 กลุ่ม ดังกล่าวข้างต้นออกมาได้ในปริมาณมาก ซึ่งส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้ของสารสกัดเพิ่มมากขึ้นด้วย

การหาปริมาณ Polysaccharide ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียว ด้วยวิธี phenol-sulfuric acid

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของ polysaccharide ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวทั้ง 12 ตัวอย่าง ที่คำนวณเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกลูโคส พบว่าสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้งที่สกัดด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อนด้วยตัวทำละลาย 95% ethanol (MTd95) มีเปอร์เซ็นต์ของ polysaccharide สูงสุดคือ 7.22 ± 0.12 %mg glucose/g โดยมีปริมาณมากกว่าสารสกัดที่สกัดด้วย 50% ethanol (MTd50) และสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ (MTdD) ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jia *et al*., (2011) และ Zou *et al*., (2013) ซึ่งพบว่าสารสกัดที่สกัดด้วย ethanol ที่ความเข้มข้นสูงจะมีปริมาณของ polysaccharide ในปริมาณมาก เนื่องจาก ethanol ที่มีความเข้มขึ้นสูงขึ้นจะสามารถตกตะกอนสารที่พบได้ในฝักกระเจี๊ยบเขียวซึ่งเป็นโมเลกุล polysaccharide ขนาดเล็กได้หลายชนิด เช่น galactose, rhamnose และ galacturonic acid

Table 2. % yield, polysaccharides and total phenolic content of pod okra extract

Samples	% Yield	% Polysaccharide (mg glucose/g) (mean ± S.D.)	*p*-value	Total phenolic compound (mg GAE/g) (mean ± S.D.)	*p*-value
MTF95	2.70	3.91 ± 0.22[a]	0.019	0.08 ± 0.08[a]	0.001
MTF50	3.60	0.58 ± 0.03[b]	0.033	1.26 ± 0.01[b]	0.004
MTFD	1.75	0.13 ± 0.02		1.41 ± 0.02	
MTd95	4.00	7.22 ± 0.12[a]	0.021	0.07 ± 0.01[a]	0.002
MTd50	27.50	5.58 ± 0.03[b]	0.001	1.24 ± 0.01	0.256
MTdD	11.70	1.20 ± 0.02		1.14 ± 0.01	
RFF95	2.60	3.14 ± 0.27[a]	0.027	0.24 ± 0.06[a]	0.001
RFF50	4.98	1.07 ± 0.09[b]	0.042	1.25 ± 0.09	0.067
RFFD	16.55	0.76 ± 0.01		1.14 ± 0.01	
RFd95	8.84	7.14 ± 0.08[a]	0.037	0.02 ± 0.04[a]	0.001
RFd50	27.65	3.76 ± 0.02[b]	0.048	1.24 ± 0.01	0.062
RFdD	18.15	1.99 ± 0.02		1.24 ± 0.03	

Note: MT = Maceration, RF = Reflux, F = Fresh okra, d = Dried okra, D = DI water, 95 = 95% EtOH, 50 = 50% EtOH, [a] = significantly different at $P<0.05$ between okra pod extracted with 95% ethanol and okra pod extracted with 50% ethanol, [b] = significantly different at $P<0.05$ between okra pod extracted with 50% ethanol and okra pod extracted with distilled water

การหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (total phenolic compound) **ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวโดยวิธี** Folin-Ciocalteu method

ในการศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกรวมโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (Table 2) ในสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวพบว่า สารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวสด สกัดด้วยวิธีการแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อนด้วยตัวทำละลายน้ำ (MTFD) มีค่า total phenolic compound สูงที่สุด เท่ากับ 1.41 ± 0.02 mg GAE/g โดยฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ถูกสกัดด้วยวิธีดังกล่าวจะมีน้ำเป็นตัวทำละลายซึ่งสามารถสกัดสารกลุ่ม phenolic ออกมาได้ในปริมาณสูง เนื่องจากน้ำมีพันธะไฮโดรเจนสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิล ที่อยู่ใน phenolic compound ได้มาก จึงทำให้สารสกัดดังกล่าวมีปริมาณของ total phenolic compound มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดกลุ่มเดียวกันที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 95% ethanol (MTF95) และ 50% ethanol (MTF50) (Huda-Faujan *et al*., 2015)

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH)

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง โดยสังเกตความสามารถในการกำจัด DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง (Chen *et al*., 1999) จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวสด สกัดด้วยวิธีไหลย้อนกลับด้วยความร้อนด้วยตัวทำละลายน้ำ (RFFD) มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลงร้อยละ 50 (SC_{50}) มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.15 ± 0.02 mg/ml แสดงใน (Table 3) สารสกัด RFFD เป็นสารที่สกัดด้วยน้ำ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง อันเนื่องจากในสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวมีสารในกลุ่ม polyphenolic ได้แก่ hyperoside, quercetin, coumarin, scopoletin, uridine, phenylalanine อนุพันธ์ quercetin และ (-)-epigallocatechin จากการศึกษาของ Jia *et al.* (2011) พบว่าโมเลกุลของน้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายจะมีพันธะไฮโดรเจน เข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลของสารกลุ่ม polyphenolic ทำให้สารกลุ่มนี้ออกมาได้ปริมาณมาก (Huda-Faujan *et al*., 2015) ดังนั้นสารสกัด RFFD ซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารกลุ่ม polyphenolic ออกมาได้มากกว่าสารสกัดกลุ่มเดียวกันที่สกัดด้วย 95% ethanol (RFF50) และ 50% ethanol (RFF95) จึงทำให้สารสกัด RFFD มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูง

การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation **ด้วยวิธี** ferric thiocyanate (FTC)

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation ด้วยวิธี ferric thiocyanate (FTC) เป็นการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดในการยับยั้งการสลายตัวของไขมัน จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ linoleic acid ที่จับกับโลหะไอออน (Fe^{2+}) (Gülçin, 2006) ในการทดลองพบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 50% ethanol และ DI water มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้ง lipid peroxidation ได้ร้อยละ 50 (IPC_{50}) ได้ โดยสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวสด สกัดด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อนด้วยตัวทำละลาย 50% ethanol (MTF50) มีค่า IPC_{50} ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.01 ± 0.01 mg/ml (Table 3) เนื่องจากโลหะจะไปกระตุ้นการเกิด lipid peroxidation โดยผ่านกระบวนการ catalytic peroxidation ของไขมัน linoleic acid (Knight and Voorhees, 1990) ซึ่งในฝักกระเจี๊ยบเขียวมีสารในกลุ่ม polyphenolic มีสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์ (nucleophile) ที่ดีสามารถดักจับอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ (Visioli and Galli,1998) ทำให้สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวสามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation ได้

การตั้งตำรับและการประเมินความคงสภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์อิมัลชันเจล

สารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้งที่สกัดด้วย 50% ethanol ด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อน (MTd50) ซึ่งมีปริมาณสารสำคัญสูงและมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดี คือมีปริมาณ polysaccharide เท่ากับ 5.58 ± 0.03 mg glucose/g มีปริมาณ Total phenolic compound เท่ากับ 1.24 ± 0.01 mg GAE/g มีค่า SC_{50} เท่ากับ 0.59 ±0.07 mg/ml และมีค่า IPC_{50} เท่ากับ 0.02 ± 0.02 mg/ml โดยสารสกัดดังกล่าวได้ถูกคัดเลือกมาเป็นสารสำคัญใน

Table 3. Free radical scavenging activity and lipid peroxidation inhibition activity

Samples	SC_{50} (mg/ml) (mean ± S.D.)	*p*-value	IPC_{50} (mg/ml) (mean ± S.D.)	*p*-value
MTF95	2.39 ± 0.22[a]	0.013	N/A	
MTF50	0.42 ± 0.15	0.103	0.01 ± 0.01[b]	0.022
MTFD	0.20 ± 0.01		0.02 ± 0.01	
MTd95	3.95 ± 0.61[a]	0.020	N/A	
MTd50	0.59 ± 0.07	0.071	0.02 ± 0.02	0.168
MTdD	1.11 ± 0.37		0.02 ± 0.01	
RFF95	1.19 ± 0.14[a]	0.008	N/A	
RFF50	0.17 ± 0.01[b]	0.023	0.18 ± 0.06[b]	0.021
RFFD	0.15 ± 0.02		0.03 ± 0.01	
RFd95	1.59 ± 0.27[a]	0.037	N/A	
RFd50	0.49 ± 0.05[b]	0.016	0.02 ± 0.01[b]	0.024
RFdD	0.92 ± 0.15		0.04 ± 0.02	
Ascorbic acid	0.02 ± 0.01		0.05 ± 0.01	

Note: SC_{50} = the concentration of 50% scavenging activity, IPC_{50} = the concentration of 50% lipid peroxidation inhibition, N/A = No activity, [a] = significantly different at $P<0.05$ between okra pod extracted with 95% ethanol and okra pod extracted with 50% ethanol, [b] = significantly different at $P<0.05$ between okra pod extracted with 50% ethanol and okra pod extracted with distilled water

ตำรับอิมัลชันเจล เมื่อทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพและความคงตัวทางกายภาพของตำรับอิมัลชันเจลที่เตรียมขึ้นพบว่า ตำรับพื้นมีสีขาวขุ่นโปร่งแสง ไม่มีกลิ่น มีพีเอชค่อนข้างเป็นกลาง คือ 6.58 มีค่าความหนืด 27,735.33 ± 12.47 cP ขณะที่ ตำรับที่ใส่สารสกัดมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะของสารสกัดมีพีเอชลดลงเท่ากับ 5.40 และมีค่าความหนืด 28,088.67 ± 5.56 cP แสดงใน (Table 4) ซึ่งมีความหนืดสูงกว่าตำรับพื้น โดยทั้งสองตำรับไม่มีการแยกชั้นเกิดขึ้นก่อนการนำไปทดสอบความคงตัว และผลการทดสอบความคงตัวด้วยวิธีเร่งด้วยอุณหภูมิร้อนสลับเย็น (heating–cooling cycle) พบว่าหลังการเก็บภายใต้สภาวะเร่งตำรับพื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่น แต่สีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวมีกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และสีเปลี่ยนแปลงปานกลาง โดยทั้งสองตำรับไม่เกิดการแยกชั้น มีค่าพีเอชและความหนืดลดลง ไม่พบการเจริญของเชื้อราและเชื้อจุลินทรีย์

การทดสอบการระคายเคืองในอาสาสมัคร

จากการทดสอบการระคายเคืองบริเวณท้องแขนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอาสาสมัครเพศหญิง 15 คน (Table 5) พบว่า 3% sodium lauryl sulfate (SLS) เป็น Positive control มีค่าความแดงของผิวเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการระคายเคืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง sodium lauryl sulfate (SLS) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้น 3% เมื่อสัมผัสกับผิวเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จึงสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังได้ (di Nardo *et al*., 1996) บริเวณทดสอบที่ทา sterile distilled water เป็น negative control ตำรับพื้นไม่มีสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว และตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว เมื่อวัดความแดงของผิวก่อนและหลังทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าความแดงของผิวไม่เปลี่ยนแปลง จึงสรุปได้ว่าไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองกับผิวหนังในอาสาสมัคร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kanlayavattanakul *et al*., (2012) ทดสอบการระคายเคืองบนผิวหนังในอาสาสมัคร 12 คน พบว่า สูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดมือ

Table 4. Physical and chemical stability of the product before and after the stability test using heating-cooling cycle

Samples	Physical and chemical stability									
	pH		Viscosity (cP) (mean ± S.D.)		Odor		Color		Separation	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Based formulation	6.58	5.72	27,735.33 ± 12.47	25,660.67 ± 4.19	-	-	-	+	-	-
Formulation containing okra extract	5.40	5.02	28,088.67 ± 5.56	28,064.67 ± 19.60	-	+	-	++	-	-

Note: (-) = No change, (+) = Minimal change, (++) = Moderate change

Table 5. Skin erythema evaluation in female volunteers before and after using the sample products for 24 hours

Samples	Erythema (mean ± S.D.)	
	Before	After
3% Sodium Lauryl sulfate (SLS)	9.0±1.3	11.3±2.4[a]
Sterile distilled water	9.5±1.6	9.2±1.6
Base formulation	9.6±1.5	9.5±1.5
Formulation containing okra extract	10.1±1.7	9.8±1.6

Note: [a] = statistically significant difference at $P<0.05$

ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเมือกกระเจี๊ยบเขียวไม่มีการระคายเคืองกับผิวหนัง

การทดสอบความชุ่มชื้นในอาสาสมัคร

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มความชุ่มชื้นบนผิวหนังบริเวณผิวที่ไม่ได้ทาผลิตภัณฑ์, ตำรับพื้นไม่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว ตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียว และตำรับผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มความชุ่มชื้นตามท้องตลาด ประเมินในอาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 15 คน (Table 6) โดยใช้เครื่องวัดความชื้นซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณน้ำใน stratum corneum พบว่าตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวมีค่าความชุ่มชื้นของผิวมากกว่าตำรับพื้นที่ไม่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่เวลา 0 ถึง 120 นาที และตำรับที่ใส่สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวยังมีค่าความชุ่มชื้นของผิวเพิ่มขึ้นมากกว่าบริเวณที่ไม่ได้ทาผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่เวลา 15, 30, 60 และ 90 นาที เนื่องจากตำรับมีส่วนประกอบของสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวที่มีส่วนประกอบของ polysaccharide ที่มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นโดยเป็นฟิล์มเคลือบผิวชั้น stratum corneum และช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในผิวหนัง (Kanlayavattanakul *et al*., 2012) นอกจากนี้สารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวยังมีส่วนประกอบของสาร polyphenolic ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ส่งผลให้สามารถช่วยปกป้องผิวจากการเกิดปฏิกิริยาจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น แสงแดด ที่ก่อให้ริ้วรอยและสูญเสียความชุ่มชื้นของผิวหนัง เป็นต้น ดังนั้นสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวที่มีองค์ประกอบของ polysaccharide และ polyphenolic จึงมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นของผิวหนัง จากสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวดังนั้นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มี

Table 6. Skin moisture in female volunteers using the sample products for 120 minutes

Samples	Skin hydration (mean ± S.D.)					
	0 min	15 min	30 min	60 min	90 min	120 min
Untreated area	230.9±54.5	236.8±57.0	246.2±51.5	235.2±48.7	239.4±50.0	237.4±47.2
Commercial product	225.9±65.0	498.3±107.6	448.7±107.4	414.5±87.5	343.5±69.9	299.2±46.6
Based formulation	212.4±57.0	369.1±109.5	327.7±81.8	253.4±56.4	241.9±54.6	217.6±56.4
Formulation containing okra extract	223.6±58.3[a]	400.6±107.6[a,b]	369.3±90.0[a,b]	271.6±57.0[a,b]	250.3±59.4[a,b]	225.6±52.4[a]

Note:

[a] = significantly different at $P<0.05$ between base formulation and formulation containing of okra extract

[b] = significantly different at $P<0.05$ between untreated area and formulation containing of okra extract

ส่วนประกอบของสารสำคัญซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะสามารถช่วยปกป้องผิวจากมลภาวะภายนอก ทำให้ผิวหนังมีความแข็งแรงและสามารถกักเก็บน้ำในผิวให้มีความชุ่มขึ้นได้ (Huang and Miller, 2007)

สรุป

กระเจี๊ยบเขียวเป็นหนึ่งในผักเศรษฐกิจของประเทศไทย ในการศึกษานี้จึงมีแนวคิดนำฝักกระเจี๊ยบเขียว มาศึกษาฤทธิ์ และพัฒนาต่อเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยคัดเลือกสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวแห้งที่สกัดด้วย 50% ethanol ด้วยวิธีแช่หมักโดยไม่ใช้ความร้อน (MTd50) พบว่ามีปริมาณ polysaccharide เท่ากับ 5.58 ± 0.03 mg glucose/g extract มีปริมาณ Total phenolic compound เท่ากับ 1.24 ± 0.01 mg GAE/g มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด โดยมีค่า SC_{50} เท่ากับ 0.59 ± 0.07 mg/ml และมีความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation สูงที่สุดโดยมีค่า IPC_{50} เท่ากับ 0.02 ± 0.02 mg/ml มาเป็นสารสำคัญในตำรับอิมัลชันเจล จากการทดสอบในอาสาสมัครพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากฝักกระเจี๊ยบเขียวไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นยาวนานแก่ผิวหนังหลังทาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 90 นาที อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีส่วนประกอบของสารสกัดฝักกระเจี๊ยบเขียวซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยปกป้องผิวจากมลภาวะภายนอก ทำให้ผิวมีความแข็งแรงและสุขภาพดี สำหรับการพัฒนางานวิจัยในอนาคตสามารถนำผลการศึกษานี้ไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่สามารถออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาตำรับเครื่องสำอางอื่น ๆ ที่มีส่วนประกอบของสารสำคัญจากพืชธรรมชาติได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา สำหรับทุนและสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Chansukh, K. 2019. Isolation, separation and identification of active principles from medicinal plants. (Online). Available: elfit.ssru.ac.th/kittsak_ja/pluginfile.php/98/block_html/content/4-Isolation Separation and identification of active principles from medicinal plants-kitthisak.pdf (October 21, 2019). (in Thai)

Chen, Y., M.F. Wang, R.T. Rosen and C.T. Ho. 1999. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging active components from *Polygonum multiforum* Thumb. Journal of

Agricultural and Food Chemistry 47(6): 2226-2228.

di Nardo, A., K. Sugino, P. Wertz, J. Ademola and H.I. Maibach. 1996. Sodium lauryl sulfate (SLS) induced irritant contact dermatitis: a correlation study between ceramides and in vivo parameters of irritation. Contact Dermatitis 35(2): 86-91.

Fan, S., Y. Zhang, Q. Sun, L. Yu, M. Li, B. Zheng, X. Wu, B. Yang, Y. Li and C. Huang. 2014. Extract of okra lowers blood glucose and serum lipids in high-fat diet-induced obese C57BL/6 mice. Journal of Nutritional Biochemistry 25(7): 702-709.

Gülçin, I. 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3, 4-dihydroxycinnamic acid). Toxicology 217(2-3): 213-220.

Huang, C.K. and T.A. Miller. 2007. The truth about over-the-counter topical anti-aging products: A comprehensive review. Aesthetic Surgery Journal 27(4): 402-412.

Huda-Faujan, N., Z.A. Rahim, M.M. Rehan and F.B.H. Ahmad. 2015. Comparative analysis of phenolic content and antioxidative activities of eight Malaysian traditional vegetables. Malaysian Journal of Analytical Sciences 19(3): 611-624.

Jaipakdee, N., K. Trakanchaiwong and E. Limpongsa. 2015. Evaluation of physical stability, efficacy and preference of anticellulite cream containing natural compounds. Isan Journal of Pharmaceutical Sciences 11(2): 55-70. (in Thai)

Jia, G.T. and H.Q. Zhao. 2015. Extraction and Antioxidant Activity of Polysaccharide from *Salvia miltiorrhiza*. pp. 106-109. *In*: Proceedings of International Conference on Chemical, Material and Food Engineering. Atlantis Press, Paris.

Jia, L., H.F. Li and L.L. Jing 2011. Chemical constituents in n-butanol extract of *Abelmoschus esculentus* L. Chinese Traditional and Herbal Drugs 41(11): 1771-1773.

Knight, J.A. and R.P. Voorhees. 1990. Peroxidation of linolenic acid—catalysis by transition metal ions. Annals of Clinical and Laboratory Science 20(5): 347-352.

Kanlayavattanakul, M., C. Rodchuea and N. Lourith. 2012. Moisturizing effect of alcohol-based hand rub containing okra polysaccharide. International Journal of Cosmetic Science 34(3): 280-283.

Limpongsa, E., N. Jaipakdee and S. Deeseenthum. 2014. Formulation and evaluation of facial masks prepared from Thai jasmine rice. KKU Research Journal 19(6): 905- 915. (in Thai)

Manosroi, A., P. Jantrawat, M. Sainakham, W. Manosroi and J. Manosroi. 2012. Anticancer activities of the extract from Longkong (*Lansium domesticum*) young fruits. Pharmaceutical Biology 50(11): 1397-1407.

Manosroi, A., M. Sainakham, C. Chankhampan, W. Manosroi and J. Manosroi. 2016. *In vitro* anti-cancer of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* Linn.) extracts on human colon adenocarcinoma. Saudi Journal of Biological Sciences 23(2): 248-256.

Roy, A., S.L. Shrivastava and S.M. Mandal. 2014. Functional properties of okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences. Plant Science Today 1(3): 121-130.

Visioli, F. and C. Galli. 1998. The effect of minor constituent of olive oil on cardiovascular disease: new findings. Nutrition Reviews. 56(5): 142-147.

Yuan, Q., S. Lin, Y. Fu, X.R. Nie, W. Liu, Y. Su, Q.H. Han, L. Zhao, Q. Zhang, D.R. Lin, W. Qin and D.T. Wu. 2019. Effects of extraction methods on the physicochemical characteristics and biological activities of polysaccharides from okra (*Abelmoschus esculentus*). International Journal of Biological Macromolecules 127: 178-186.

Zhang, Q., J. Zhang, J. Shen, A. Silva, D.A. Dennis and C.J. Barrow. 2006. A simple 96-well microplate method for estimation of total polyphenol content in seaweeds. Journal of Applied Phycology 18(3-5): 445-450.

Zou, P., X. Yang, W.W. Huang, H.T. Zhao, J. Wang, R.B. Xu, X.L. Hu, S.Y. Shen and D. Qin. 2013. Characterization and bioactivity of polysaccharides obtained from pine cones of *Pinus koraiensis* by graded ethanol precipitation. Molecules 18(8): 9933-9948.