

การพัฒนาเจลล้างหน้าด้วยสารสกัดหอมแดงที่มีส่วนผสมจากสครับธรรมชาติ

Development of Facial Cleansing Gel with Shallot

(*Allium ascalonicum* L.) Extract Containing Natural Scrub Powder

ดวงเดือน วัฒนารักษ์

Duangduan Wattanuruk

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผู้นิพนธ์หลัก E-mail: duangduan@vru.ac.th

Received: March 13, 2026

Revised: May 19, 2026

Accepted: September 18, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดหอมแดงร่วมกับผงสครับจากธรรมชาติ โดยการศึกษาผลของความเข้มข้นของตัวทำละลายเอทานอล (ร้อยละ 15 50 และ 95) ต่อตัวอย่างน้ำหนักแห้ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมผงสครับ และการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้า ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดหอมแดงด้วยตัวทำละลายเอทานอลลร้อยละ 15 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด (87.02 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุด (30.99 มิลลิกรัมสมมูลของรูทีนต่อกรัมของตัวอย่าง) และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH (0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และ FRAP (21.85 มิลลิกรัมสมมูลเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่าง) สำหรับการเตรียมผงสครับจากเปลือกส้มแมนดาริน เปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกร พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เมื่อนำสารสกัดหอมแดง และผงสครับมาพัฒนาเป็นเจลล้างหน้าและทดสอบความคงตัวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าเจลล้างหน้าที่ผสมสครับเปลือกส้มแมนดารินมีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนเจลล้างหน้าที่ผสมผงสครับเปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกร มีสีจางลงเป็นสีเหลืองอ่อนเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส งานวิจัยนี้จึงเป็นข้อมูลในการนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรท้องถิ่น และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: หอมแดง, เจลล้างหน้า, ผงสครับธรรมชาติ, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This research aimed to develop a facial cleansing gel formulated with shallot extract and natural scrub powders. The study investigated the effects of ethanol concentrations (15%, 50%, and 95%) on dry weight yield, antioxidant activities, the optimal drying temperature for scrub preparation, and the color stability of the formulated cleansing gels. The results revealed that extraction with 15% ethanol yielded the highest total phenolic content (87.02 mg of gallic acid equivalent [GAE]/g of extract) and the highest total flavonoid content (30.99 mg of rutin equivalent [RE]/g of extract). Furthermore, this specific extract exhibited the maximum antioxidant activity, as determined by DPPH (0.10 mg/mL) and FRAP (21.85 mg of ferrous sulfate equivalent [FeSO₄]/g of extract) assays. Regarding the preparation of natural scrubs from mandarin orange, tangerine, and dragon fruit peels, the optimal condition was found to be hot-air drying at 50 °C for 72 hours. Following the formulation of the facial cleansing gels incorporating the shallot extract and natural scrubs, a one-week stability test demonstrated that the formulation containing mandarin orange peel scrub turned slightly darker yellow when stored at room temperature. Conversely, the gels containing tangerine peel and dragon fruit peel scrubs faded to a light yellow color when stored under accelerated conditions at 37 °C and 40 °C. This research provides valuable baseline data for the further development of functional cosmetic products, thereby effectively adding value to local resources and agricultural waste materials in a sustainable manner.

Keywords: Shallot, Facial cleansing gel, Natural scrub, Antioxidant activity

บทนำ

หอมแดง (*Allium ascalonicum* L.) เป็นพืชสมุนไพรในครัวเรือนที่มีสรรพคุณทางยา โดยพบว่าหอมแดงพบสารพฤกษเคมีในกลุ่มสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุดในพื้นที่วงศ์ Alliaceae (Slimestad et al., 2007; Vian et al., 2011) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากหอมแดงมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) โดยเฉพาะเคอร์เซทิน (Quercetin) และสารประกอบกำมะถัน ซึ่งมีกลไกเด่นในการจับกับอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และลดการอักเสบของผิวหนัง (Anti-inflammatory) โดยพบว่าปริมาณฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดหอมแดงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Hidayah & Anggarani, 2022) นอกจากนั้นที่สำคัญ

คือมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเช่น *Staphylococcus aureus* (Mnayer et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิชารีย์ ใจคำวัง และคณะ (2566) พบว่าสารสกัดหอมแดงมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเชื้อกลุ่มที่ก่อโรคผิวหนัง ซึ่งอนุมูลอิสระถือเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสื่อมสภาพของเซลล์ผิวหนัง และรื้อร่อยก่อนวัย การประยุกต์ใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากพืชธรรมชาติจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยปกป้อง และฟื้นฟูสภาพผิว ปภากัสสร ธีระพัฒน์วงศ์ และกฤษฎา พันธุ์เดช (2566) ได้พบว่าเทคนิคและสภาวะในการสกัด เช่น อุณหภูมิ และชนิดของตัวทำละลาย มีผลต่อการปลดปล่อย และรักษาเสถียรภาพของสารประกอบฟีนอลิก ดังนั้นการเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีสัดส่วนของน้ำสูงหรือเอทานอลความเข้มข้นต่ำจึงเป็นทางเลือกที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากสามารถดึงสารฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ที่มีขั้วสูงออกมารักษาฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีที่สุด ทั้งยังมีความปลอดภัย และลดการระคายเคืองเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในตำรับสารทำความสะอาดผิวหนัง

ในปัจจุบัน แนวโน้มความต้องการผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติกำลังเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การศึกษาในพืชสกุล *Allium* โดยเฉพาะการสกัดสารสำคัญจากหอมแดง และเปลือกหอมแดงได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเชิงฟังก์ชัน (Functional cosmetics) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทเจล เนื่องจากเนื้อเจลมีโครงสร้างโครงข่ายสามมิติที่สามารถกักเก็บสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพอลิเมอร์ที่เป็นสารเพิ่มความหนืดทำหน้าที่เป็นเสมือนถังเก็บกักสาร (Reservoir) ที่สามารถโอบอุ้มโมเลกุลของน้ำและกักเก็บสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) เอาไว้ภายในช่องว่างระหว่างโมเลกุล (Interstitial spaces) ช่วยปกป้องสารสำคัญไม่ให้เกิดการสลายตัวทางเคมีจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และรักษาเสถียรภาพของตำรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลดปล่อยสู่ผิวหนังได้อย่างสม่ำเสมอ (Micale et al., 2020; Osmatek et al., 2021) ในรายงานวิจัยของ Isnawati & Fauziah (2023) ได้ทำการพัฒนาเจลแต้มสิวจากสารสกัดจากเปลือกหอม (*Allium cepa* L.) ที่มีสารออกฤทธิ์ หลายชนิดที่สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *Propionibacterium acnes* ที่ทำให้เกิดสิว อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่เน้นไปที่ผลิตภัณฑ์ประเภททาทิ้งไว้ (Leave-on) การขยายขอบเขตการวิจัยมาสู่ผลิตภัณฑ์ประเภทล้างออก (Rinse-off) เช่น เจลล้างหน้า จึงเป็นองค์ความรู้ที่น่าสนใจ นอกจากนี้ขั้นตอนการทำความสะอาดแล้ว การผลัดเซลล์ผิว เป็นอีกกระบวนการเชิงกลที่ช่วยลดการอุดตันของรูขุมขน การใช้ผงสครับที่เหมาะสมจากพืชที่อ่อนโยนต่อผิว เช่น เปลือกผลไม้ที่เหลือน้ำซึ่งมีโครงสร้างของเซลล์ลูโลส และเพกทินที่ทำหน้าที่เป็นสารขัดผิวทางกล (Physical exfoliant) ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่บาดผิวแล้ว ยังอุดมไปด้วยสารให้สี และสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้มาใช้ จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ สอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Zero waste) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้นั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการสกัด และชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพออกมาให้ได้ปริมาณสูงสุด นอกจากนี้ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากธรรมชาติคือ ความคงตัว (Stability) ของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากสารสกัดและเม็ตธีธรรมาคมักมีความไวต่ออุณหภูมิ ซึ่งอาจส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของตัวทำละลายต่อการสกัดสารสำคัญ ของสารสกัดหอมแดงเพื่อพัฒนาเจลล้างหน้าร่วมกับผงสครับจากธรรมชาติ รวมถึงการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพด้านการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหน้าที่มีส่วนผสมจากสารสกัดจากธรรมชาติ นอกจากนั้นยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรท้องถิ่น และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนเพื่อให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ด้านความงาม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดหอมแดง ศึกษาสารสำคัญบางชนิด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดหอมแดง เพื่อพัฒนาเจลล้างหน้าที่มีชนิดของผงสครับแตกต่างกัน และทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัด

หัวหอมแดงสด (*Allium ascalonicum* L.) ที่เย็นย่นสายพันธุ์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานพืช โดยถูกนำมาปอกเปลือก ล้างทำความสะอาด และหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำหอมแดงแห้งที่ได้มาบดละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ทำการสกัดแบบหมัก (Maceration) ด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาความสามารถในการเป็นตัวทำละลายสารสำคัญในตัวอย่างหอมแดง ดัดแปลงจากณิชาธิ์ ใจคำวัง และคณะ (2566) โดยชั่งน้ำหนักผงหอมแดงแห้ง 20 กรัม แช่ในเอทานอล (Ethanol) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15, 50 และ 95 โดยปริมาตร (v/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:5 w/v) ณ อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ทำการแยกกากออกโดยกรองผ่านผ้าขาวบางและกระดาษกรอง Whatman No. 1 ตามลำดับ นำสารละลายส่วนใสที่ได้ไปทำให้แห้งเพื่อระเหยตัวทำละลายออกด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สารสกัดหยาบ (Crude extract) ที่ได้จะถูกบรรจุในภาชนะปิดสนิทที่บดแสง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

2. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหอมแดง

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหอมแดง ดัดแปลงจากวิธีการของ Hidayah & Anggarani (2022) โดยอาศัยหลักการของ Folin-Ciocalteu assay โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดหอมแดง 100 มิลลิกรัม มาละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 และปรับ

ปริมาตรให้ได้ 5 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 8,400 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 20 (w/v) ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร เขย่าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน นำไปบ่มทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร สารละลายชุดควบคุม (Blank) เตรียมโดยใช้น้ำกลั่นปริมาตร 8,500 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย Folin-Ciocalteu และโซเดียมคาร์บอเนตในสัดส่วนและสถานะเดียวกัน นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณเทียบกับสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid) และรายงานผลการทดลองในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด (mg GAE/g extract)

3. การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหอมแดง

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหอมแดง ใช้หลักการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีของอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminum chloride colorimetric assay) ดัดแปลงจากวิธีการของ Santas et al. (2008) โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างของสารสกัดหยาบหอมแดง 100 มิลลิกรัม มาละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปรับปริมาตรให้ได้ 1 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 10 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิลิตร (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) ทำการเติมสารละลายโซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2) ความเข้มข้นร้อยละ 5 (w/v) ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที เติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) ความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/v) ปริมาตร 300 ไมโครลิตร และเมื่อถึงนาทีที่ 6 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ส่วนการเตรียมสารละลายชุดควบคุม (Blank) ทำโดยใช้ น้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง และดำเนินการเติมสารเคมีตามลำดับเวลาและปริมาตรเช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณเทียบกับสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานของรูทีน (Rutin) และรายงานผลการทดลองในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของรูทีนต่อกรัมของตัวอย่าง (mg RE/g extract)

4. การทดสอบการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay

ซึ่งสารสกัดหอมแดงปริมาณ 0.02 มิลลิกรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 ปริมาตร 40 มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาเจือจางด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 ให้ได้ระดับความเข้มข้นที่ 31.25, 62.5, 125, 250 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาทดสอบความสามารถในการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH เทียบกับ สารละลายมาตรฐานมาตรฐานบิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (Butylated hydroxytoluene; BHT) ผสมสารละลายลงในหลอดทดลอง A คือ ตัวอย่างทดสอบ

B คือ Blank ของตัวอย่าง C คือ ตัวควบคุม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) ชุดตัวอย่างทดสอบ (Test sample) ทำการปิเตสารละลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐานในเอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH (0.06 mM ในเอทานอล) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร 2) ชุดควบคุมของตัวอย่าง (Blank) ทำการปิเตสารละลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐานในเอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ 3) ชุดควบคุม (Control) ทำการปิเตสารละลาย DPPH (0.06 mM ในเอทานอล) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (Lu et al., 2011) นำสารทดสอบในแต่ละหลอดผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด 30 นาที จากนั้นจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร หลังจากนั้นทำการคำนวณหาร้อยละของฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระดังสมการ

$$\% \text{ Scavenging} = \left(\frac{\text{Control} - \text{Sample}}{\text{Control}} \right) \times 100$$

หาค่า EC₅₀ ซึ่งได้จากการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % inhibition กับความเข้มข้น ซึ่งการคำนวณ EC₅₀ คือความเข้มข้นที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) ได้ร้อยละ 50

5. การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

การทดสอบด้วยวิธี FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power) เพื่อวัดค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งหมด (Total antioxidant power) โดยเป็นการวัดความสามารถของตัวอย่างในการรีดิวซ์สารประกอบเฟอร์ริกไตรไพริดีลไตรเอซีน (Ferric-tripyridyltriazine) หรือ [Fe-ZTPTZ]₂³⁺ ให้อยู่ในรูปของเฟอร์รัสไตรไพริดีลไตรเอซีน (Ferrous-tripyridyltriazine) หรือ [Fe-ZTPTZ]₂²⁺ โดยเตรียมสารละลายเอพอาร์เอพี (FRAP reagent) ปริมาตร 3,800 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารสกัดหอมแดงปริมาตร 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท (Microplate reader) คำนวณฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากค่า [Fe-ZTPTZ]₂²⁺ โดยเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสซัลเฟต

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครโมลสมมูลของเฟอร์รัสไอออนต่อลิตร)

$$= [(A_{595} - B) / M] \times 100$$

โดยที่ : A₅₉₅ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

B คือ จุดตัดแกน Y ของกราฟมาตรฐานเฟอร์รัสไอออน

M คือ ค่าความชันของกราฟมาตรฐานเฟอร์รัสไอออน

D คือ ค่าการเจือจางของตัวอย่าง

โดยผลจะแสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่างซึ่งในแต่ละการทดลอง จะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และคิดเป็นค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ±(Lu et al., 2011))

6. การศึกษาชนิดของผงสครับที่แตกต่างกัน

คัดเลือกผลไม้เปลือกนํมที่เป็ส่วนที่เหลืทิ้งที่หาได้ง่าย ได้แก่ แก้วมังกร ส้มแมนดาริน และ ส้มเขียวหวาน โดยนำเปลือกมาหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าให้ละเอียดจนเป็นผง คัดขนาดโดยผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐาน ขนาด 60-80 เมช (Mesh) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยพิจารณาจากขนาด สี ความชื้น และเนื้อสัมผัสของผงสครับ ภายหลังการอบทางประสาทสัมผัส

7. การศึกษาการทำผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากธรรมชาติ

เตรียมผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากธรรมชาติ ที่มีปริมาณสารสกัดหอมแดงที่มีตัวทำละลายที่เหมาะสมที่มีปริมาณสารสำคัญมากที่สุด โดยใช้น้ำอาร์โอ (RO WATER) ลงในบีกเกอร์ จากนั้นใส่กรดเอทิลีนไดอามีนเตตราอะเซติก (Ethylene Diamine Tetra-Acetic acid) สารอัลลันโทอิน (Allantoin) และอครีเลท ครอสโพลิเมอร์ (Acrylates Crosspolymer) ลงในบีกเกอร์ตามลำดับ ผสมให้เข้ากันใส่โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium lauryl sulfate) และโคคามิโดโพรพิล บีเทน (Cocamidopropyl Betaine) ลงในบีกเกอร์ตามลำดับ ผสมให้เข้ากันใส่ กลีเซอริน (Glycerine) ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากันเตรียมน้ำอาร์โอ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ละลายให้เข้ากัน จากนั้นใส่ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากัน เตรียมน้ำอาร์โอ และกรดซิตริก (Citric acid anhydrous) ละลายให้เข้ากัน จากนั้นใส่ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากัน เตรียม ฟีน็อกซีซีเอทานอล คลอร์ฟีนีซิน (Phenoxyethanol chlorphenesin) และโพรพิลีนไกลคอล (Propylene glycol) กวนผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากัน เตรียมน้ำอาร์โอ และสารสกัดหอมแดง (Shallot extract) ร้อยละ 0.010 ละลายให้เข้ากัน เนื่องจากเป็นปริมาณของสารสกัดที่สามารถละลายน้ำได้ดีที่สุด (ไม่ได้แสดงผลในการทดลอง) จากนั้นใส่ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากัน เตรียม โพลีซอร์เบต 20 (Polysorbate 20) และน้ำหอม (Fragrance) กวนผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่ลงในบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากัน ใส่ผงสครับจากธรรมชาติ ลงในเจลล้างหน้า ผสมให้เข้ากันบรรจุผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากธรรมชาติที่ได้ลงในบรรจุภัณฑ์ โดยปริมาณที่ใช้ และหน้าที่ของสารดังตารางที่ 1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพด้านการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากธรรมชาติ ในวันที่ 0 ที่อุณหภูมิห้อง และการตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส บรรจุเจลล้างหน้าลงในขวดแก้วใสเพื่อประเมินความชุ่มชื้นการกระจายตัวของผงสครับ และสังเกตการแยกชั้นหรือการตกตะกอนของผงสครับด้วยตาเปล่าภายใต้สภาวะแสงสว่างมาตรฐาน จากนั้นศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากธรรมชาติ ด้วยตาเปล่า (Andleeb et al., 2021)

ตารางที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนาเจลล้างหน้า

วัตถุดิบ	%w/w	หน้าที่ของสาร
น้ำอาร์โอ	57.870	ลดประจุ
กรดเอทิลีนไดอามีนเตตราอะเซติก	0.100	ลดความกระด้างของน้ำ
อัลลานโทอิน	0.050	ให้ความชุ่มชื้น
อครีเลท ครอสโพลิเมอร์	12.000	ให้ความรู้สึกหนืดข้น
โซเดียมลอริลซัลเฟต	5.000	ลดแรงตึงผิว ทำให้เกิดฟอง
โคคาอิลโดโพรพิล ปิเทน	10.000	ลดแรงตึงผิว
กลีเซอริน	10.000	ให้ความชุ่มชื้น
โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.650	ปรับสภาพความเป็นกรด
กรดซิตริก	0.020	ปรับ pH
พีน็อกซีอีทานอล คลอร์ฟินีซิน	1.000	สารกันเสีย
โพพิลีนไกลคอล	2.000	ตัวทำละลาย
สารสกัดหอมแดง	0.010	ต้านอนุมูลอิสระ
โพลิซอร์เบต 20	1.000	ช่วยละลายน้ำหอม
น้ำหอม	0.300	มีกลิ่นน่าใช้
ผงสครับ	1.250	ช่วยขัดผิว

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์แสดงในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วย one-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การสกัดหอมแดงด้วยการสกัดด้วยเอทานอลที่มีความเข้มข้นต่างกันพบว่าปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีปริมาณแตกต่างกันดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหอมแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายความเข้มข้นแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ ตัวทำละลาย (ร้อยละ)	Phenolic (mg of gallic acid /g of sample)	Flavonoid (mg of rutin /g of sample)	IC ₅₀ DPPH (mg/ml)	FRAP (mg FeSO ₄ /g of sample)
15	87.02±2.07 ^a	30.99±0.94 ^a	0.10±0.41 ^a	21.85±0.14 ^a
50	38.85±1.23 ^b	12.48±1.54 ^b	0.30±0.84 ^b	5.62±2.11 ^b
95	19.62±1.04 ^c	2.91±2.56 ^c	0.62±1.28 ^c	1.91±1.22 ^c
BHT	-	-	0.022	-

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่แสดงในแนวดิ่งที่มีอักษรแตกต่างกัน (a, b, c) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05)

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหอมแดง พบว่าสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 15 จะมีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด คือ 87.02 mg of gallic acid/g of sample รองลงมาคือ สารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 50 และสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 95 มีปริมาณฟีนอลิก คือ 38.85 และ 19.62 mg of gallic acid/g of sample ตามลำดับ ผลของการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบว่าสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 15 จะมีปริมาณฟลาโวนอยด์มากที่สุด คือ 30.99 mg of rutin/g of sample รองลงมาคือ สารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 50 และสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 95 มีปริมาณฟลาโวนอยด์ คือ 12.48 และ 2.91 mg of rutin/g of sample ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้น โดยเกิดจากความมีขั้วของตัวทำละลาย (Solvent polarity) สารประกอบเชิงซ้อนในหอมแดง เช่น ฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ (Flavonoid glycosides) เช่น เควอซีทิน (Quercetin) เป็นสารที่มีขั้วค่อนข้างสูง จึงสามารถละลาย และถูกสกัดออกมาได้ดีในตัวทำละลายที่มีสัดส่วนของน้ำสูง (Water-rich solvent) การใช้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 95) ซึ่งมีความเป็นขั้วลดลง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดึงสารกลุ่มนี้ลดลงตามไปด้วย (Do et al., 2014; Santas et al., 2008) ในงานวิจัยของ ปภาภัสสร ธีระพัฒน์วงศ์ และกฤษฎา พันธุ์เดช (2566) แสดงให้เห็นว่าหอมแดงที่สกัดด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที เป็นวิธีการสกัดสารที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการสกัดเอทานอลร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิห้อง

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT พบว่า สารสกัดหอมแดงที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด คือ สารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 15 มีค่าเท่ากับ 0.10 mg/ml ซึ่งใกล้เคียงกับ BHT (positive control) ที่เป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.022 mg/ml รองลงมาคือ สารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 50 และสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 95 มีค่าเท่ากับ 0.30 และ 0.62 mg/ml ตามลำดับ ส่วนการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP พบว่า สารสกัดหอมแดงที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด คือสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 15 มีค่าเท่ากับ 21.85 mg FeSO₄/g of sample รองลงมาคือ สารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 50 และสารสกัดหอมแดงที่สกัดโดยตัวทำละลายร้อยละ 95 มีค่าเท่ากับ 5.62 และ 1.91 mg FeSO₄/g of sample ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ในโครงสร้างของสารกลุ่มฟีนอลิกทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน (Electron donor) หรือไฮโดรเจน (Hydrogen donor) เพื่อทำลายความคงตัวของอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Aryal et al., 2019) มีหลายงานวิจัยได้มีการศึกษาพบว่าหอมแดงมีปริมาณสารฟีนอลและฟลาโวนอยด์ โดยเฉพาะแอนโทไซยานินซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Aoyama & Yamamoto, 2007; Škerget et al., 2009) การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ตัวทำละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นเพียงร้อยละ 15 เพียงพอ และเหมาะสมที่สุดในการใช้ในการสกัดหอมแดง เนื่องจากให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่าการใช้เอทานอลผสมน้ำ (Water-ethanol mixtures) ส่งผลโดยตรงต่อการทำลาย และดึงสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์จากพืชสกุลหอมออกมาได้ในปริมาณสูงสุด (Li et al., 2024) ซึ่งปริมาณสารสำคัญเหล่านี้จะแปรผันตรงกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Aquino et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกบางประการ เช่น ความแตกต่างของสายพันธุ์ แหล่งภูมิศาสตร์ที่เพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ ตลอดจนส่วนของวัตถุดิบที่นำมาใช้ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลโดยตรงต่อความแปรปรวนของกระบวนการสะสมสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในหอมแดง (Moldovan et al., 2022) การใช้เอทานอลความเข้มข้นต่ำมีข้อดีในการลดต้นทุนการผลิต เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green extraction) (Alara et al., 2021) และมีความปลอดภัยสูงเนื่องจากมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ ทำให้ระคายเคืองผิวหนังน้อย (Cartagena et al., 2021) ซึ่งเหมาะสมอย่างมากสำหรับการนำสารสกัดที่ได้ไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive ingredients) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าต่อไป (Dini & Laneri, 2023)

2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผงสครับที่มีชนิดแตกต่างกัน

จากการศึกษาผงสครับจากเปลือกผลไม้ธรรมชาติ ได้แก่ เปลือกส้มแมนดาริน เปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกร เนื่องจากมีโครงสร้างผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส

และเพกทินในปริมาณมาก ซึ่งมีความแข็งที่พอเหมาะในการช่วยผลัดเซลล์ผิวหนังที่เสื่อมสภาพโดยไม่ทำลายเกราะป้องกันผิว (Skin barrier) และไม่ก่อให้เกิดบาดแผลขนาดเล็ก (Micro-tears) บนชั้นผิวหนัง (Calixto & Maia Campos, 2021) พบว่าระยะเวลา และอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลโดยตรงต่อลักษณะทางกายภาพได้แก่ ขนาด สี ความชื้น และเนื้อสัมผัสของผงสครับ โดยการใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากช่วยกำจัดความชื้นเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่ทำลายสารให้สีและสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ (ภาพที่ 1) เนื่องจากสามารถกำจัดความชื้น (Moisture content) ออกจากเนื้อเยื่อพืชได้อย่างสมบูรณ์ สังเกตได้จากขนาดของสครับมีขนาดเล็ก สีไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความแห้ง และมีเนื้อสัมผัสละเอียด การอบที่อุณหภูมิระดับปานกลางนี้มีข้อดีคือช่วยลดการสูญเสียสารสำคัญทางชีวภาพที่ไวต่อความร้อน (Heat-sensitive compounds) ในขณะที่ยังคงรักษาโครงสร้างของเปลือกผลไม้ เปลี่ยนสถานะจากความยืดหยุ่น (Rubbery state) ไปสู่สภาวะเปราะ (Glassy state) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กระบวนการลดขนาด (Size reduction) หรือการบดทำได้ง่าย และได้ผงที่มีความละเอียดสม่ำเสมอ (Garau et al., 2007) นอกจากนี้ การที่เปลือกผลไม้ยังคงรูปเป็นผงสครับที่มีประสิทธิภาพได้หลังจากผ่านการอบและบด จากการทำหน้าที่เป็นสารขัดผิวเชิงกลที่มีความแข็งในระดับที่พอเหมาะ โดยที่อนุภาคของ สครับมีความยืดหยุ่นพอที่จะไม่ทำลาย หรือทำให้เกิดความระคายเคืองต่อผิว (Calixto & Maia Campos, 2021) นอกจากนั้นจากองค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์พืช (Plant cell wall) แม้ว่าความชื้นจะถูกกำจัดออกไป แต่โครงสร้างแข็ง (Rigid structure) ซึ่งประกอบด้วยโพลีแซ็กคาไรด์สายยาว เช่น เซลลูโลส และเพกทิน จะไม่ถูกทำลายด้วยความร้อนในระดับปานกลาง โครงสร้างของเซลลูโลส และเพกทินที่หลงเหลืออยู่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมในการทำหน้าที่เป็นสารขัดผิวเชิงกล (Physical exfoliants) โดยมีความแข็งในระดับที่พอเหมาะที่สามารถช่วยผลัดเซลล์ผิวที่ตายแล้ว (Desquamation) ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองหรือบาดเจ็บผิวหนัง เมื่อเทียบกับการใช้เม็ดสครับสังเคราะห์ (microbeads) (Benaiges, 2008 ;Soto et al., 2015)



(1)



(2)



(3)

เปลือกส้มแมนดาริน



(1)



(2)



(3)

เปลือกส้มเขียวหวาน



(1)



(2)



(3)

เปลือกแก้วมังกร

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างพืชก่อนอบ (1) หลังอบ (2) และหลังบดเป็นผงสครับ (3)

3. ผลการศึกษาการพัฒนาเจลล้างหน้าที่มีชนิดของผงสครับแตกต่างกัน

งานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมเจลล้างหน้าที่มีสารสกัดหอมแดงแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายร้อยละ 15 เนื่องจากผลการทดลองก่อนหน้านี้พบว่ามีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยใช้ผงสครับที่ได้จากเปลือกผลไม้แต่ละชนิดในอัตราส่วนร้อยละ 1.25 โดยปริมาณผงสครับที่มากเกินไปจะมีผลสารก่อเจลไม่สามารถรับน้ำหนักได้เกิดการแยกชั้น หรือการตกตะกอนเมื่อระยะเวลาผ่านไป (Santos & Pereira, 2022) และเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับตัวทำละลายในเนื้อเจล แรงอัตราการซึมละลาย (Leaching) ของเม็ดสีธรรมชาติ และสารประกอบจากผนังเซลล์พืชออกสู่ตัวรับในปริมาณที่ควบคุมได้ยาก ส่งผลให้ความเข้มข้นของสีผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (Barbulova et al., 2015) นอกจากนั้นอาจก่อให้เกิดการเสียดสีผิวที่รุนแรงและต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดการระคายเคืองผิวหนังในเครื่องสำอาง

กลุ่มชาติผิว (Calixto & Maia Campos, 2021) เมื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าไม่เกิดการแยกชั้น และตกตะกอน จากผลการศึกษาลักษณะของสีเจลล้างหน้าที่มีผงสครับจากเปลือกผลไม้ที่ต่างกัน เมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์ สีของผลิตภัณฑ์จะเกิดความเปลี่ยนแปลงไปโดยเทียบจากสีของผลิตภัณฑ์วันที่ 0 ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าเจลล้างหน้าที่มีผงสครับเปลือกส้มแมนดาริน เมื่อตั้งทิ้งไว้มีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อย ส่วน เจลล้างหน้าที่มีผงสครับเปลือกส้มเขียวหวานเมื่อตั้งทิ้งไว้มีสีเหลืองจางลง ที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส และเจลล้างหน้าที่มีผงสครับเปลือกแก้วมังกร ที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส เปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลืองอ่อนผลการทดลองดังภาพที่ 2



(1)



(2)



((3)

เปลือกส้มแมนดาริน



((1



(2)



(3)

เปลือกส้มเขียวหวาน



((1



(2)



((3

เปลือกแก้วมังกร

ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเจลล้างหน้าที่มีผงสครับแตกต่างกัน วันที่ 0 เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

- (1) ตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (2) ตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (3)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าผสมสารสกัดหอมแดง ร่วมกับผงสครับธรรมชาติ พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะสีของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน โดยในกรณีของเจลล้างหน้าที่ผสมผงสครับเปลือกส้มแมนดาริน ซึ่งพบว่ามีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้จากการแพร่กระจาย หรือการซึมละลาย (Leaching) ของเม็ดสีธรรมชาติกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และโพลีเมทอกซีฟลาโวน (Polymethoxyflavones) จากอนุภาคของแข็งของผงสครับออกสู่เนื้อเจลเมื่อระยะเวลาผ่านไป ประกอบกับการเกิดออกซิเดชันอย่างอ่อนของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหอมแดงเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศหรือในน้ำ ส่งผลให้เกิดสารประกอบควิโนซึ่งทำให้สีของผลิตภัณฑ์ดูเข้มขึ้นหรือเกิดรอยคล้ำขึ้นเล็กน้อย อีกทั้งยังอุดมไปด้วยสารให้สีกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ค่อนข้างทนทานต่อสภาพแวดล้อม (Cefali et al., 2016) ส่วนตำรับเจลล้างหน้าที่ผสมผงสครับเปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกร ซึ่งพบการจางลงของสีจนกลายเป็นสีเหลืองอ่อนเมื่อทดสอบความคงตัวของสีในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ นั้นเป็นผลโดยตรงมาจากการสลายตัวด้วยความร้อนของสารให้สีธรรมชาติ โดยปกติสารสกัดหอมแดงจะเป็นแหล่งของสารกลุ่มแอนโทไซยานินซึ่งให้สีแดงม่วงและฟลาโวนอล เช่น เควอซิทินซึ่งให้สีเหลือง โดยอาจมีโครงสร้างเซลล์โลสที่เปราะบางกว่าเล็กน้อย ทำให้เกิดการจางลงของสีเมื่ออยู่ในสภาวะเร่ง (Wong & Siow, 2022) ในขณะที่เปลือกแก้วมังกรอุดมไปด้วยสารให้สีกลุ่มบีตาไซยานิน (Betacyanins) สารเม็ดสีธรรมชาติเหล่านี้มีความไวต่อความร้อนสูงมาก การเก็บผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิห้องอย่างต่อเนื่อง จะไปเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของโครงสร้างโมเลกุล ทำให้สูญเสียความเข้มของสีแดงม่วงไป เหลือเพียงสีเหลืองอ่อนซึ่งเป็นสีทุติยภูมิที่มาจากสารกลุ่มฟลาโวนอลที่ทนความร้อนได้ดีกว่า หรือเป็นสีของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการสลายตัว (Degradation products) (Herbach et al., 2006; Patras et al., 2010) ตำรับเจลล้างหน้าที่พัฒนาดังกล่าวมีความคงตัวทางกายภาพ (Physical stability) ในระดับพื้นฐานที่ยอมรับได้ เนื่องจากโครงสร้างโครงข่ายพอลิเมอร์ยังสามารถรักษาสภาพการแขวนลอยของอนุภาคสครับ ไม่พบการแยกชั้น (Phase separation) หรือการตกตะกอนเมื่อเวลาผ่านไป แม้จะมีข้อจำกัดเรื่องสีจางลง แต่ยังคงใช้งานได้จริงในแง่ของการทำความสะอาด และขัดผิว ซึ่งควรเก็บรักษาให้พ้นจากความร้อน และควรใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดทึบแสงเพื่อยืดอายุผลิตภัณฑ์ (Barbulova et al., 2015) อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มในการใช้เทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation technology) เพื่อห่อหุ้มสารสำคัญก่อนผสมลงในเจล การทดสอบประสิทธิภาพในระยะยาว การทดสอบการระคายเคือง และทดสอบประสิทธิภาพการทำความสะอาดในอาสาสมัคร เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาเจลล้างหน้าด้วยสารสกัดหอมแดงที่มีส่วนผสมจากสครับธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า การใช้ตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 15 สารสกัดหอมแดงมีปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดที่ 87.02 mg of gallic acid/g of sample ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุดที่ 30.99 mg of rutin/g of sample ตลอดจนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ FRAP สำหรับการเตรียมผงสครับธรรมชาติจากเปลือกส้มแมนดาริน เปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกร พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ผงสครับมีลักษณะที่เหมาะสมในการนำไปเป็นส่วนผสมในเจลล้างหน้า เมื่อนำสารสกัดหอมแดงที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 15 และผงสครับธรรมชาติจากเปลือกผลไม้ในปริมาณร้อยละ 1.25 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าและทดสอบความคงตัวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่ผสมผงสครับเปลือกส้มแมนดารินมีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่เจลล้างหน้าที่ผสมผงสครับเปลือกส้มเขียวหวาน และเปลือกแก้วมังกรมีสีจางลงจนกลายเป็นสีเหลืองอ่อนเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาวะแรงที่อุณหภูมิ 37 และ 40 องศาเซลเซียส ผลงานวิจัยนี้ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่ใช้ตัวทำละลายที่ความเข้มข้นต่ำ และผงสครับขัดผิวที่มาจากวัสดุเหลือทิ้งแทนการใช้วัสดุสังเคราะห์ทางเคมี ที่เป็นการตอบโจทย์แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามการพัฒนาต่อยอดควรมีการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระยะยาว นอกจากนั้นควรเพิ่มการทดสอบประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในระดับคลินิก

เอกสารอ้างอิง

- ณิชาธิย์ ใจคำวัง, ธัญชัย จวบประสพ, และณัฐฤดา บุญประกอบ. (2566). ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหอมแดง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 21(3), 649-660.
- ปภาภัสสร ธีระพัฒน์วงศ์ และกฤษฎา พันธุ์เดช. (2566). การทดสอบเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของหอมแดงที่สกัดด้วยเทคนิควิธีการที่แตกต่างกัน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 11(1), 31-46.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., & Ukaegbu, C. I. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review on the selection of solvents and outputs. *Phytochemistry Reviews*, 20(3), 523-554.
- Andleeb, M., Khan, H. M. S., & Daniyal, M. (2021). Development, characterization and stability evaluation of topical gel loaded with ethosomes containing *Achillea millefolium* L. extract. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 603227.
- Aoyama, S., & Yamamoto, Y. (2007). Antioxidant activity and flavonoid content of Welsh onion (*Allium fistulosum*) and the effect of thermal treatment. *Food Science and Technology Research*, 13, 67-72.

- Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from Western Nepal. *Plants*, 8(4), 96.
- Aquino, G., Basilicata, M. G., Crescenzi, C., Vestuto, V., Salviati, E., Cerrato, M., Ciaglia, T., Sansone, F., Pepe, G., & Campiglia, P. (2023). Optimization of microwave-assisted extraction of antioxidant compounds from spring onion leaves using Box–Behnken design. *Scientific Reports*, 13, 14856.
- Barbulova, A., Colucci, G., & Apone, F. (2015). New trends in cosmetics: By-products of plant origin and their potential use as cosmetic active ingredients. *Cosmetics*, 2(2), 82-92.
- Benaiges, A. (2008). Exfoliating scrubs: A review. *Cosmetics and Toiletries*, 123(3), 53-58.
- Cartagena, C., Sanmiguel, L., & Giraldo, A. (2021). Assessment of skin irritation and moisturizing effects of low-concentration ethanol topical formulations. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(8), 2541-2549.
- Calixto, L. S., & Maia Campos, P. M. B. (2021). Physical and chemical exfoliation in cosmetic dermatology: A review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(9), 2735-2743.
- Cefali, L. C., Ataide, J. A., Moriel, P., Foglio, M. A., & Mazzola, P. G. (2016). Plant-based active photoprotectants for sunscreens. *International Journal of Cosmetic Science*, 38(4), 346-353.
- Dini, I., & Laneri, S. (2023). Bioactive ingredients in cosmetics. *Cosmetics*, 10(1), 21-35.
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296-302.
- Garau, C., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 1014-1024.
- Herbach, K. M., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Betalain stability and degradation—structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science*, 71(4), R41-R50.
- Hidayah, L. A., & Anggarani, M. A. (2022). Determination of total phenolic, total flavonoid, and antioxidant activity of India onion extract. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(2), 123-135.

- Isnawati, N., & Fauziah, D. T. (2023). The physical quality test of anti-acne gel preparations of shallot skin extract (*Allium cepa* L.) and antibacterial activity test against *Propionibacterium acne* bacteria. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 4(1), 85-90.
- Li, W., Zhang, X., Wang, S., Gao, X., & Zhang, X. (2024). Research progress on extraction and detection technologies of flavonoid compounds in foods. *Foods*, 13(4), 628.
- Lu, X., Wang, J., Al-Qadiri, H. M., Ross, C. F., Powers, J. R., Tang, J., & Rasco, B. A. (2011). Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 129(2), 637-644.
- Micale, N., Citarella, A., Camarda, L., Cacciagualda, S., & Schillaci, D. (2020). Hydrogels for the delivery of plant-derived (poly) phenols. *Molecules*, 25(14), 3254. <https://doi.org/10.3390/molecules25143254>.
- Mnayer, D., Fabiano-Tixier, A. S., Petitcolas, E., Hamieh, T., Nehme, N., Ferrant, C., Fernandez, X., & Chemat, F. (2014). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of six essential oils from the Alliaceae family. *Molecules*, 19(12), 20034-20053.
- Moldovan, C., Frumuzachi, O., Babotă, M., Barros, L., Mocan, A., Carradori, S., & Crișan, G. (2022). Therapeutic uses and pharmacological properties of shallot (*Allium ascalonicum*): A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 903686.
- Osmatek, T., Froelich, A., & Tasarek, S. (2021). Polymeric gels and their application in the treatment of psoriasis vulgaris: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 5124 <https://doi.org/10.3390/ijms22105124>.
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., & Tiwari, B. K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics: A review. *Food Chemistry*, 118(2), 267-278.
- Santas, J., Carbó, R., Gordon, M. H., & Almajano, M. P. (2008). Comparison of the antioxidant activity of two Spanish onion varieties (*Allium cepa* L.). *Food Chemistry*, 107(3), 1210-1216.
- Škerget, M., Majhenič, L., Bezjak, M., & Knez, Z. (2009). Antioxidant, radical scavenging and antimicrobial activities of red onion (*Allium cepa* L.) skin and edible part extracts. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 23, 435-444.

- Slimestad, R., Fossen, T., & Vågen, I. M. (2007). Onions: A source of unique dietary flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 10067–10080.
- Santos, J. C., & Pereira, M. S. (2022). Formulation and rheological evaluation of cosmetic gels containing solid particles. *Journal of Cosmetic Science*, 73(1), 15-28.
- Soto, M. L., Moure, A., Domínguez, H., & Parajó, J. C. (2011). Recovery, concentration and purification of phenolic compounds by macroporous resin resins. *Journal of Food Engineering*, 105(4), 534-543.
- Vian, M. A., Fabiano-Tixier, A. -S., Elmaataoui, M., Dangles, O., & Chemat, F. (2011). A remarkable influence of microwave extraction: Enhancement of antioxidant activity of extracted onion varieties. *Food Chemistry*, 127, 1472–1480.
- Wong, Y. M., & Siow, L. F. (2022). Stability and physicochemical properties of betacyanins from dragon fruit peel. *Food Chemistry*, 371, 131135.