

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม
และแอนโทไซยานินรวมในสารสกัดจากชาเลือดมังกร
เพื่อการพัฒนาแชมพูเครื่องสำอางต้นแบบ

Studied of Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, Total Flavonoids, and
Total Anthocyanins in Dragon Blood Tea Extract for the Development of a
Phototype Cosmetic Shampoo

เยาวลักษณ์ ขันหัวโทน¹, พิทักษ์ นาสมใจ², รักชนก อินจันทร์³, ชญานิน วังตาล³, นภาพร วรณามพร^{1*}
Yaowalak Khunhuathon¹, Pitak Nasomjai², Rakchanok Inchan³, Chayanin Wangtan³,
Napaporn Wannaprom^{1*}

¹สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Chemistry Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Chemistry Program, School of Science, Phayao University

³สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Home Economics Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและองค์ประกอบทางพฤกษเคมีของสารสกัดจากชาเลือดมังกร (dragon blood tea; DBT) เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแชมพูเครื่องสำอางต้นแบบ โดยสกัดตัวอย่างชาเลือดมังกร 2 ขั้นตอน เริ่มจากการสกัดด้วยเอทานอล 95% จากนั้นสกัดกากที่เหลือด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water; DI) สารสกัดน้ำปราศจากไอออน ที่ได้ถูกนำไปประเหยและทำแห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dried) ได้เป็นสารสกัดหยาบสีม่วงเข้ม จากนั้นนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay พบว่า สารสกัดมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 13.54±0.17 mg/L เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน trolox (IC₅₀ เท่ากับ 2.52±0.09 mg/L) สารสกัดประกอบด้วยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 24.12±0.29 mg GAE/g ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 23.78±0.78 mg RE/g และแอนโทไซยานิน 0.79±0.05 mg/g จากนั้นได้พัฒนาแชมพูต้นแบบจำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตร A1, A2, B1 และ B2 โดยมีการเติมสารสกัด DBT ในความเข้มข้นต่างกัน ผลการประเมินพบว่า สูตร A1 ที่มีสารสกัด 0.5%w/w แสดงคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ เสถียรภาพของสี ค่า pH (อยู่ในช่วง 6.13–6.25) ความหนืด ความสามารถในการเกิดฟอง และประสิทธิภาพในการทำความสะอาดเมื่อเปรียบเทียบกับบอยผสมควบคุม รวมถึงมีความคงตัวที่ดีภายใต้สภาวะเร่ง

คำสำคัญ: ชาเลือดมังกร ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดธรรมชาติ แชมพูสมุนไพร

* Corresponding author : napaporn.wan@cruu.ac.th

Abstract

This research to evaluate the antioxidant activity and phytochemical composition of Dragon Blood Tea (DBT) extract for its potential application in the development of a prototype cosmetic shampoo. The DBT samples underwent a two-step extraction process, starting with 95% ethanol, followed by deionized water (DI) extraction of the remaining residue. The DI extract was then concentrated and freeze-dried, yielding a dark purple crude extract. Antioxidant activity, assessed by the ABTS radical scavenging assay, showed that the extract had an IC_{50} value of 13.54 ± 0.17 mg/L, compared to the standard antioxidant trolox ($IC_{50} = 2.52 \pm 0.09$ mg/L). The extract also contained a high level of phytochemicals, including 24.12 ± 0.29 mg GAE/g of total phenolic compounds, 23.78 ± 0.78 mg RE/g of total flavonoids, and 0.79 ± 0.05 mg/g of anthocyanins. Four prototype shampoo formulations (A1, A2, B1, and B2) were developed with varying concentrations of DBT extract. Among them, Formulation A1, containing 0.5% w/w of the extract, exhibited the most favorable physicochemical properties, including color stability, pH (6.13–6.25), viscosity, foaming capacity, and cleansing efficacy after compared with hair tress control. It also demonstrated excellent stability under accelerated storage conditions.

Keywords: Dragon blood tea, Antioxidant activity, Natural extracts, Herbal shampoo

1. บทนำ

ชาเลือดมังกร (*Peristrophe bivalvis* (L.) Merr.; *Peristrophe roxburghiana*) เป็นพืชวงศ์ Acanthaceae ที่เมื่อชงด้วยน้ำร้อนจะให้สารละลายสีแดงอมม่วงคล้ายเลือดและเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง โดยมีรายงานการพบแอนโทไซยานินและสารกลุ่มฟีนอลิกหลายชนิด เช่น กรดแกลลิก (gallic acid), แอปิเจนิน (apigenin), ไอโซเคอร์เซทิน (isoquercetin), แคมเฟอรอล (kaempferol), เคอร์เซทิน (quercetin), รูติน (rutin), คาเทชิน (catechin) และกรดแทนนิก (tannic acid) เป็นต้น รวมถึงวิตามินซี วิตามินบี และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมงกานีส และแมกนีเซียม (Nguyen et al., 2022; Hu et al., 2011; Yi et al., 2012) สารสำคัญเหล่านี้สามารถสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้ (จารุณี ภิหลุมวงศ์ และนิจปวีรชชา ภัคตรจันทร์, 2565)

ชาเลือดมังกร หรือ magenta plant เป็นพืชในสกุล Acanthaceae ที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่หนาวเย็นและชื้น โดยชาวเวียดนามใช้เป็นสีย้อมผ้าและรู้จักในชื่อ “hong si xian” ซึ่งมีความหมายว่าเส้นไหมสีแดง (Zhou et al., 2011) พืชชนิดนี้ชอบร่มเงาและเติบโตได้ดีในดินไม่ใหญ่ จึงเหมาะสำหรับปลูกควบคู่กับต้นกาแฟ (Hu et al., 2011) ในภาคเหนือของประเทศไทย เช่น พื้นที่ชุมชนดอยช้าง ตำบลลาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัด

เชียงราย มีการปลูกชาเลือดมังกรแบบอินทรีย์และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาเพื่อจำหน่าย การสกัดสีจากชาเลือดมังกรสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสกัดด้วยน้ำเป็นตัวทำละลาย (Rama Krishna et al., 2020) หรือการใช้เมทานอลสกัดสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์จากชนิด *Dicliptera roxburghiana* (Jiang et al., 2011) นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่าการใช้สารสกัดจากน้ำร้อน 80°C ในการพัฒนาไฮบริดพิกเมนต์สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของสีได้ (วลีพร สอนสง, 2567)

แซมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดสมุนไพรกำลังเป็นที่นิยมจากผู้บริโภค เพราะในสมุนไพรเมื่อนำมาสกัดจะได้สารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ มีสรรพคุณในการบำรุงเส้นผม (ธนภัทร อนันต์วัฒนาสุข, 2551) มีการนำสมุนไพรหลายชนิดมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ใบพลู (ทิฐิมา ภาคภูมิ และคณะ, 2559), จิง (กมลชนก ออบอ่อน และปิลันธนา เลิศสถิตธนกร, 2554), พริกไทยดำ (ชานนท์ นัยจิตร และอนุรักษ์ เชื้อมั่ง, 2559), ใบชาพลูและใบย่านาง (สุนิสา รื่นนางแย้ม และกรรณธิดา งามละม่อม, 2549) เพื่อให้ได้สารสกัดจากสมุนไพร ก่อนนำไปทดสอบหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย แอนโทไซยานินเป็นสารฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยควบคุมความมันบนหนังศีรษะ ชะลอผมหงอก และส่งเสริมให้เส้นผมดกดำ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) อีกทั้งเป็นสารสีธรรมชาติที่พบมากในพืช เช่น ดอกอัญชันและดอกขบา ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลชีพ (Vidana Gamage et al., 2021) งานวิจัยของ Tupe et al. (2024) ระบุว่าแซมพูสมุนไพรที่มีดอกขบามีค่าพีเอชเหมาะสม ไม่ก่อการระคายเคือง และมีสมบัติต้านฟองและความหนืดที่ดี นอกจากนี้ ชาเลือดมังกรมีสารพอลิฟีนอลสูงและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี (Jiang et al., 2011) ทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาแซมพูผสมสารสกัดจากชาเลือดมังกร พร้อมศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเพิ่มมูลค่าพืชท้องถิ่นและส่งเสริมอาชีพอย่างยั่งยืนให้แก่ชุมชนผู้ปลูกชาเลือดมังกร เช่น ชุมชนดอยช้าง จังหวัดเชียงราย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และแอนโทไซยานินรวมของสารสกัดจากชาเลือดมังกร รวมถึงนำสารสกัดจากชาเลือดมังกรที่ได้ไปพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์แซมพูที่ผสมสารสกัดจากชาเลือดมังกร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและการเตรียมสารละลาย

เตรียมสารละลายมาตรฐาน 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (trolox) ($C_{14}H_{18}O_4$, $\geq 98\%$, analytical grade; Sigma-Aldrich, Switzerland) 100 mg/L ปริมาตร 100 mL โดยการชั่ง trolox มา 0.0100 g ละลายด้วยเอทานอล เทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL และปรับปริมาตรจนถึงขีดปริมาตร จากนั้นทำการเจือจางสารละลายมาตรฐาน trolox ด้วยเอทานอลให้อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0–20 mg/L

เตรียมสารละลาย 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) ความเข้มข้น 7.0 mM ปริมาตร 10 mL โดยชั่งสาร ABTS ($C_{18}H_{24}N_3O_6S_2$, $\geq 98\%$, HPLC grade; Sigma-Aldrich, Switzerland) มา 0.0360 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน ให้มีปริมาตรเป็น 10 mL

เตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (potassium persulfate) ความเข้มข้น 2.45 mM ปริมาตร 25 mL โดยชั่ง $K_2S_2O_8$ ($K_2S_2O_8$, 98% analytical grade; LOBA CHEMIE PVT.LTD, India) มา 0.0165 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน ให้มีปริมาตรเป็น 25 mL

เตรียมสารละลาย ABTS⁺ stock solution โดยปิเปตสารละลาย 7 mM ABTS solution มา 8 mL ผสมกับสารละลาย 2.45 mM $K_2S_2O_8$ 12 mL ใส่ในขวดสีชา เขย่าให้เข้ากัน เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในที่มืดเป็นเวลา 16–18 ชั่วโมง เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างสมบูรณ์ ก่อนนำมาทดสอบโดยการเจือจางสารจาก ABTS⁺ stock solution ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้สารละลายผสม 2 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้มีปริมาตรเป็น 100 mL และนำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 734 nm ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้เอทานอลเป็น blank ให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ที่ 0.7 ± 0.02

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) 1000 mg/L ปริมาตร 25 mL โดยการชั่ง gallic acid ($C_7H_6O_5$, $\geq 98.0\%$, ACS reagent; Sigma-Aldrich, Switzerland) มา 0.0250 g ละลายด้วยเมทานอล (methanol, 99.9% analytical grade, RCI Labscan Limited) เทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 mL และปรับปริมาตรจนถึงขีดปริมาตร จากนั้นทำการเจือจางสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกด้วยเมทานอลให้อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0–200 mg/L

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu เข้มข้น 10 %v/v โดยปิเปตสารละลาย Folin-Ciocalteu (C_6H_6O , $\geq 99.8\%$, analytical grade; LOBA CHEMIE PVT.LTD, India) มา 10 mL และปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน ให้มีปริมาตร 100 mL

เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้น 7.5 % w/v โดยชั่ง Na_2CO_3 (Na_2CO_3 , $\geq 99.5\%$, analytical grade; KEMAUS, Australia) มา 7.500 g ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน ให้มีปริมาตร 100 mL

เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0 ปริมาตร 100 mL โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl, 37%, analytical grade; RCI Labscan Limited, Thailand) มา 0.83 mL แล้วเจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออน จนมีปริมาตรครบ 100 mL ในขวดวัดปริมาตร นำไปวัดค่า pH และปรับ pH ด้วย 1 M HCl

เตรียมสารละลายโซเดียมอะซิเตทบัฟเฟอร์ pH 4.5 ปริมาตร 500 mL โดยการชั่งโซเดียมอะซิเตทไตรไฮเดรต ($CH_3COONa \cdot 3H_2O$, 99.5%, analytical grade; RCI Labscan Limited, Thailand) 24.8404 g เติมน้ำปราศจากไอออน 250 mL คนให้ละลาย เทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 mL เติมกรดอะซิติกเข้มข้น (CH_3COOH , $\geq 99.8\%$, analytical grade; RCI-Labscan, Thailand) ปริมาตร 18.20 mL จากนั้นเติมน้ำปราศจากไอออน จนถึงขีดปริมาตร นำไปวัดค่า pH และปรับ pH ด้วย 1 M HCl

3.2 การสกัดสารสำคัญในตัวอย่างชาเล็ดม้งกร

นำใบชาเล็ดม้งกรคั่วและตากแห้งตามแบบดั้งเดิมของชนเผ่าอาข่า ชุมชนดอยช้าง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดทั่วไป จากนั้นชั่งให้ได้น้ำหนัก 900 g แขนใน 95% เอทานอล (food grade) ปริมาตร 4.0 L ที่อุณหภูมิห้อง กวนสารละลายเป็นระยะ ๆ เป็นเวลา 3 วัน จึงกรองแยกเอาสารละลาย และกากใบชาเล็ดม้งกร นำส่วนของสารละลายไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้ส่วนสกัดหยาบเอทานอล นำกากใบชาไปสกัดซ้ำด้วยวิธีการข้างต้นอีก 2 ครั้ง รวมส่วนสกัดหยาบทั้ง 3 ครั้งเข้าด้วยกัน นำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งภายใต้ความดันและ สุญญากาศ (freeze dry) จะได้ส่วนสกัดหยาบเอทานอล นำกากใบชาเล็ดม้งกรที่ผ่านการสกัดด้วย 95% เอทานอลไปแช่ในน้ำปราศจากไอออน ปริมาตร 4.0 L และทำการสกัดด้วยวิธีการเดียวกับการสกัดด้วยเอทานอล

3.3 การหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดชาเล็ดม้งกรด้วยเทคนิค ABTS

เตรียมสารละลายเอบีทีเอส (ABTS solution) ความเข้มข้น 7.0 mM และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น 2.45 mM ผสมสารละลาย ABTS กับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตในอัตราส่วน 1:0.5 ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 16–18 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ หลังจากนั้นเจือจางสารละลาย ABTS ด้วยเอทานอล ให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.68 ± 0.72 ที่ความยาวคลื่น 734 nm ซึ่งสารสกัดชาเล็ดม้งกร 0.250 g จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 25 mL ด้วยน้ำปราศจากไอออน ในขวดวัดปริมาตร จากนั้นนำสารสกัดมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 1.00–20.00 mg/L จากนั้นเปิดสารสกัดที่เจือจางมา 2.00 mL ก่อนนำไปผสมกับสารละลาย ABT 2.00 mL เขย่าให้เข้ากันและ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm ($n=3$) คำนวณสมบัตินิโคตินอิสระ ABTS โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐาน % inhibition ของ trolox และรายงานผลเป็นค่า IC_{50} และเปรียบเทียบปริมาณ trolox equivalent (mg TEAC/g sample) (ดัดแปลงจาก Yingngam et al., 2014)

3.4 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และแอนโทไซยานินรวมในสารสกัดชาเล็ดม้งกร

3.4.1 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

เตรียมตัวอย่างสารสกัด ซึ่งตัวอย่าง 0.5000 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนให้เป็น 50 mL จากนั้นนำสารตัวอย่างที่เตรียมมา 2.50 mL เจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออนจนครบ 25 mL นำตัวอย่างสารสกัดที่เจือจางข้างต้นมา 0.5 mL เติมรีเอเจนต์ฟีนอลโพลิน-ไซโอแคลทู (Folin-Ciocalteu's phenol reagent) 2.50 mL ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืด 3 นาที ก่อนนำมาเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 7.50% w/v จำนวน 2.00 mL ทั้งเกิดปฏิกิริยาในที่มืด 30 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานกรดแกลลิก คำนวณปริมาณฟีนอลิกรวมที่ได้ในหน่วย mg GAE/g sample (ดัดแปลงจาก Yingngam et al., 2014)

3.4.2 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

ซึ่งสารตัวอย่าง 0.001 g ละลายด้วย 80% เอทานอล 1 mL นำสารละลายตัวอย่างมา 0.5 mL ใส่ในขวดปรับปริมาตร เติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (2.5%) ปริมาตร 0.4 mL และโซเดียมอะซิเตต

(100 g/L) ปริมาตร 0.5 mL จากนั้นเติมน้ำปราศจากไอออน 4 mL ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 nm ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ใช้สารละลายควอดริตเป็นสารมาตรฐาน (ดัดแปลงจาก Woisky, R. G. & Salatino, A., 1998)

3.4.3 การหาปริมาณแอนโทไซยานิน

เตรียมตัวอย่างสารสกัด โดยชั่งตัวอย่างมา 0.5000 g ปรับปริมาตรให้ครบ 50 mL ด้วยน้ำปราศจากไอออน จากนั้นนำสารตัวอย่างมา 2.50 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนครบ 25 mL ปิดตัวอย่างสารสกัดชาเลือดมังกร 1.00 mL ผสมกับบัฟเฟอร์ (pH 1.0 และ 4.5) ปริมาตร 4.00 mL เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 nm นำไปคำนวณปริมาณ cyanidin-3 glucoside equivalents และรายงานผลในหน่วย mg/g (ดัดแปลงจากวิธีของ Shafazila et al., 2010)

3.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากชาเลือดมังกร

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพู 2 ตำรับ ทั้งหมด 4 สูตร (A1, A2, B1, B2) โดยทั้ง 4 สูตรใช้ส่วนผสมที่แตกต่างกันแบ่งย่อยเป็น ดังนี้

3.5.1 ตำรับที่ 1 ประกอบด้วยน้ำปราศจากไอออน, sodium lauryl sulfate (N-8000), coco-glucoside (and) glyceryl oleate, cocamide DEA, cocamidopropyl betaine, sodium lauryl sulfate (solid), methylchloroisothiazolinone, polyquaternium-7, fragrance โดยได้ศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัดที่ 0.5 และ 1.0%w/v ตั้งให้เป็นรหัส A1 และ A2 ตามลำดับ

3.5.2 ตำรับที่ 2 ประกอบด้วยน้ำปราศจากไอออน, sodium lauryl sulfate, cocamidopropyl betaine, lanolin, sodium chloride, preservative 150, fragrance โดยได้ศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัดที่ 0.5 และ 1.0%w/v ตั้งให้เป็นรหัส B1 และ B2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

3.5.3 ขั้นตอนการทำแชมพู สำหรับสูตร A1 และ A2 ทำการผสมส่วนผสมในเฟส A ให้เข้ากันตามปริมาณที่แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นคนจนละลายเข้ากัน นำน้ำกลั่น 72.24 g ไปละลายสารสกัดชาเลือดมังกร (*Peristrophe bivalvis* L. Merr. extarct.) เอาไปคนบนเตาแม่เหล็กไฟฟ้าจนละลายหมด จึงนำไปผสมกับเฟส A จะได้เฟส B จากนั้นนำไปผสม polyquaternium-7 และ sodium lauryl sulfate (solid) จนเข้ากันดี จะได้เฟส C จากนั้นเติมน้ำหอมและ methylchloroisothiazolinone ซึ่งเป็นสารกันเสียตามลำดับ (เฟส D) ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมงเพื่อให้ฟองหายไปก่อนบรรจุลงในขวดแชมพู สำหรับสูตร B1 และ B2 ทำการผสมส่วนผสมในเฟส A ให้เข้ากันตามปริมาณที่แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นคนจนละลายเข้ากัน นำ lanolin แบ่งน้ำจากปริมาณ 59.55 g มาจำนวน 10 g ไปอุ่นในน้ำร้อนจนละลายเติมลงไปในเฟส A จะได้ เฟส B จากนั้นนำสารสกัดชาเลือดมังกร ไปละลายในน้ำปราศจากไอออนในปริมาณที่หลังหักลบจากที่ใช้ละลาย lanolin แล้ว คนบนเตาแม่เหล็กไฟฟ้าจนละลายหมด เติมลงไปในเฟส B จะได้เฟส C เพิ่มความข้นหรือหนืดของแชมพูโดยการเติม sodium chloride ปริมาณ 10 g ลงไปในเฟส C จะได้ เฟส D จากนั้นเติมน้ำหอมและ methylchloroisothiazolinone ซึ่งเป็นสารกันเสียตามลำดับ (เฟส E) ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ฟองหายไปก่อนบรรจุลงในขวดแชมพู

3.6 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์แชมพูที่ผสมสารสกัดจากชาเล็ดม้งกร

3.6.1 ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แชมพูที่ผสมสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรทำได้โดย สังเกตจากลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์หลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ฟองหายไปประมาณ 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะเนื้อ โดยใช้ค้อนบิยาลักษณะดังนี้ ของเหลว เนื้อละเอียด หยาบ มันวาว สี สังเกตสีของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นสีขาว เหลือง หรืออื่น ๆ กลิ่น โดยการดมกลิ่นผลิตภัณฑ์ว่ามีกลิ่น เหมือนหิน ไม่มีกลิ่น หรืออื่น ๆ ทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง (heating-cooling cycle test) ผลิตภัณฑ์แชมพู ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากชาเล็ดม้งกร ทำการเปรียบเทียบทั้ง 4 สูตร โดยจะทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิ ซึ่งจะเก็บผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิต่ำที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิสูงที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 วัฏจักร โดยมีระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 4 วัฏจักร จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพลักษณะทั่วไป โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก. 162-2558 และมอก. เอส 12-2561 แชมพูผสมสมุนไพร

3.6.2 การหาค่า pH

ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์แชมพูสูตรละ 1.00 g เติมน้ำให้ครบ 10 mL คนให้ละลายเข้ากันแล้วนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ทำ 3 ซ้ำ ทำการติดตามค่า pH ก่อนและหลังทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง

3.6.3 การวัดค่าสี ($L^*/a^*/b^*$)

นำแชมพูแต่ละสูตรไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimetric meter โดยนำแชมพูไปบรรจุใน 24 well plate ใส่สูตรละ 3 หลุมต่อ plate จากนั้นปิดฝา ซิลให้สนิททุกด้าน ก่อนนำไปวัดค่าสี ทำการวัด 3 ซ้ำ และติดตามค่า สี ($L^*/a^*/b^*$) ก่อนและหลังทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง

3.6.4 การวัดค่าความหนืด

ตวงผลิตภัณฑ์แชมพูปริมาตร 200 mL ใส่ปิกรอร์ขนาด 250 mL จากนั้นนำไปวางบนเตาให้ความร้อน วัดอุณหภูมิให้ได้ 70 องศาเซลเซียส นำถ้วยวัดความหนืดจุ่มลงในเนื้อแชมพูที่อยู่ในปิกรอร์โดยให้เนื้อแชมพูเข้าไปเต็มถ้วยวัดความหนืด จากนั้นยกถ้วยวัดความหนืดขึ้นเริ่มจับเวลาจนกระทั่งแชมพูไหลขาดสายจึงกดหยุดเวลาและบันทึกผล อ่านค่าความหนืดจากตารางที่มาพร้อมกับเครื่องมือ ทำการวัด 3 ซ้ำ โดยทำการติดตามค่าความหนืด ทั้งก่อนและหลังทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง

3.6.5 การทดสอบการเกิดฟอง

ชั่งตัวอย่าง 0.50 g จากนั้นเติมน้ำ 25 mL ใส่ในกระบอกตวงขนาด 100 mL ปิดด้วยพาราฟิล์ม เขย่าคว่ำกลับไปกลับมา 10 ครั้ง อ่าน ปริมาตรจากฟองที่เกิดขึ้นที่เวลา 0 และ 5 นาที นำปริมาตรที่ได้หักลบจากจำนวนน้ำกลั่น จะได้ค่าของฟองแชมพู โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.6.6 การทดสอบประสิทธิภาพการชำระล้างและการทำความสะอาด

ชั่งแชมพูแต่ละสูตรจำนวน 5.00 g ลงในปิกรอร์ขนาด 100 mL จากนั้นเติมน้ำประปา 50 mL ใช้แท่งแก้วคนจนแชมพูละลายหมด แล้วจุ่มปอຍພມที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 8.5 g ความยาว 20 cm ที่เตรียมไว้

ขี้เถ้า ๑ เป็นเวลา 1 นาที นำปอยผมขึ้นมาล้างจนผมสะอาด นำน้ำที่ล้างไปตวงวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง จดบันทึกปริมาตรน้ำที่ใช้ล้าง ทำการหิวผมขณะเปียก และซับผมให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู จากนั้นเป่าด้วยไดร์ท เป่าผม แล้วทำการหิวอีกครั้งหนึ่ง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง เมื่อผมแห้งแล้วสังเกตอาการระคายเคืองของ ผมฟูโดยให้คะแนน 1 ถึง 4 เปรียบเทียบกับปอยผมควบคุมซึ่งเป็นปอยผมที่แช่ในน้ำเปล่า ซึ่งจัดเป็นชุดควบคุม ที่ผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับปอยผมที่ทดสอบกับแชมพูทั้ง 4 สูตรที่เป็นชุดทดลอง โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง จากนั้นให้สังเกตลักษณะเส้นผม เช่น การปรับสภาพ ความชี้ฟู ความแห้งกรอบ ความนุ่มชุ่มชื้น ความมันวาว เปรียบเทียบกับปอยผมควบคุม โดยใช้ผู้สังเกตผล 3 คน (ธนภัทร อนันต์วัฒนสุข, 2551)

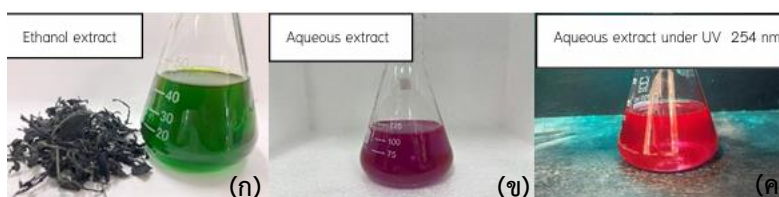
ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและปริมาณที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูทั้ง 4 สูตร (A1, A2, B1, B2)

เฟส	ส่วนผสม	สูตร		เฟส	ส่วนผสม	สูตร	
		(%w/w)				(%w/w)	
		A1	A2			B1	B2
A	sodium lauryl sulfate	12.12	12.12	A	sodium lauryl sulfate	23.75	23.75
	cocamide DEA	3.63	3.63		cocamide DEA	4.75	4.75
	coco-glucoside (and) glyceryl oleate	2.91	2.91	B	lanolin	0.60	0.60
	cocamidopropyl Betaine	2.91	2.91		C	น้ำปราศจากไอออน	59.30
B	น้ำปราศจากไอออน	71.99	71.49	<i>Peristrophe bivalvis</i> L. Merr Extract.			0.50
	<i>Peristrophe bivalvis</i> L. Merr Extract.	0.50	1.00		D	sodium chloride	10.00
C	polyquaternium-7	2.42	2.42	E		fragrance	0.60
	sodium lauryl sulfate (solid)	2.42	2.42		methyl chloro isothiazolinone	0.50	0.50
D	fragrance	0.60	0.60				
	methylchloroisothiazolinone	0.50	0.50				

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสกัดสารจากชาเล็ดม้งกร

ชาเล็ดม้งกรคั่วและตากแห้งในส่วนสี่ของสารสกัดหยาบและสี่ของสารสกัดหยาบรวมถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ่านการระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและผ่านกระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dry) พบว่าจะได้ของแข็งสีม่วงดำ ซึ่งเป็นสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็ง จากในส่วนสารสกัดหยาบน้ำปราศจากไอออน



ภาพที่ 1 สีของสารสกัดในรูปสารละลายก่อนนำไประเหยตัวทำละลายและทำการทำแห้งแบบเยือกแข็ง
(ก) สารสกัดด้วยเอทานอล (ข) สารสกัดด้วยน้ำปราศจากไอออน (ค) เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำไปส่องด้วยรังสี UV ที่ความยาวคลื่น 254 nm

4.2 ผลจากการหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดชาเล็ดม้งกรด้วยเทคนิค ABTS

การทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรคั่วและตากแห้ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค ABTS พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้น สีของรีเอเจนต์ ABTS ที่เป็นสีฟ้าจะลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารสกัดที่เติมลงไป โดยเมื่อนำไปสร้างกราฟระหว่าง %inhibition กับความเข้มข้นของสารสกัดจะได้สมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 7.7355x - 54.739$ ($R^2 = 0.9952$) ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 13.54 ± 0.17 mg/L ซึ่งในขณะที่ค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐาน trolox อยู่ที่ 2.52 ± 0.09 mg/L สมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 14.28x + 13.89$ ($R^2 = 0.9993$) จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณหา TEAC (mg TE/ g sample) เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน trolox ได้เท่ากับ 5.37 mg TE/ g sample

4.3 ผลจากการหาปริมาณฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และแอนโทไซยานิน ในสารสกัดชาเล็ดม้งกร

เมื่อนำสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรไปวิเคราะห์หาปริมาณ ฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และแอนโทไซยานิน พบว่าได้ค่าเท่ากับ 24.12 ± 0.29 mg/g, 23.78 ± 0.78 mg(RE)/g และ 0.79 ± 0.05 mg/g ตามลำดับ โดยปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและแอนโทไซยานินได้นำตัวอย่างสารสกัดส่งตรวจที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 2

4.4 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากชาเล็ดมังกร

จากการพัฒนาตำรับแชมพูทั้ง 4 สูตรให้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

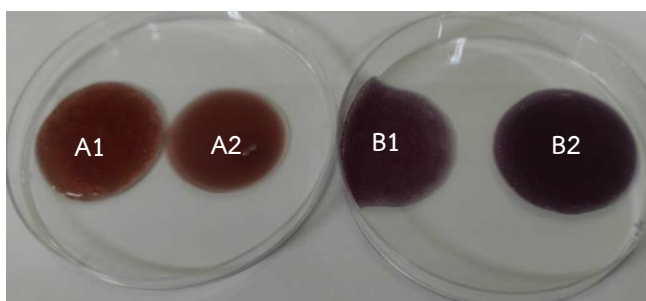
4.4.1 ลักษณะทางกายภาพของแชมพูทั้ง 4 สูตร (A1, A2, B1, B2) สีของแชมพูจะมีลักษณะที่ต่างกันไป โดยตำรับที่ 1 สูตร A1 และ A2 จะได้แชมพูสีน้ำตาลแดง ส่วนตำรับที่ 2 B1 และ B2 ให้แชมพูสีม่วงแดง ดังแสดงในภาพที่ 2

4.4.2 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดจากชาเล็ดมังกร

4.4.2.1 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ สีของแชมพูจะมีลักษณะที่ต่างกันไป โดยตำรับที่ 1 สูตร A1 และ A2 จะได้แชมพูสีน้ำตาลแดง ส่วนตำรับที่ 2 B1 และ B2 ให้แชมพูสีม่วงแดง ทั้งนี้ ขึ้นกับค่า pH ของแชมพู เพราะสารสกัดจะเปลี่ยนแปลงสีตามค่า pH ค่าความหนืดของแชมพูอยู่ในระดับหนืดปานกลาง โดยมีการนำแชมพูสูตรต่าง ๆ ไปทดสอบที่สภาวะเร่ง

ตารางที่ 2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ กรดฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน ที่พบในสารสกัดชาเล็ดมังกร

องค์ประกอบทางเคมี	ผลการทดลอง
ABTS assay (IC ₅₀)	13.54±0.17 mg/L (trolox 2.52±0.09 mg/L)
Total phenolic content	24.12±0.29 mg GAE/g
Total flavonoid content	23.78 ±0.78 mg(RE)/g
Total anthocyanin content	0.79±0.05 mg anthocyanin-3-glucoside/g



ภาพที่ 2 ลักษณะเนื้อและสีของแชมพูผสมสารสกัดชาเล็ดมังกรของแต่ละสูตร A1 A2 B1 และ B2

4.4.2.2 ผลการหาค่า pH พบว่าค่า pH ของแชมพูทั้ง 4 สูตร (A1, A2, B1, B2) ก่อนทดสอบจะอยู่ในช่วง 6.13±0.02 – 6.90±0.02 หลังทดสอบ pH มีค่าเท่ากับ 6.25±0.02 – 6.96±0.02 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก การเพิ่มขึ้นของค่า pH ในแชมพูสมุนไพรภายใต้สภาวะเร่ง อาจเกิดจากการเสื่อมสลายของสารลดแรงตึงผิวและสารกันเสีย, การออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์/แทนนิน หรือ ปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์รอง

และการระเหยของน้ำ เป็นต้น (Draelos, Z.D., 2015; Kammeyer & Luiten, 2015; Robbins, C. R., 2012). แต่ค่า pH หลังทดสอบที่สภาวะแรงยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างต้องแตกต่างจากเดิมไม่เกิน ± 1.0 และต้องอยู่ระหว่าง pH 5.0 ถึง 8.0 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2558) ดังแสดงในตารางที่ 3

4.4.2.3 ผลการวัดค่าสี เมื่อนำแชมพูแต่ละสูตรไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimetric meter โดยนำแชมพูไปบรรจุใน 24 well plate ใส่สูตรละ 3 หลุมต่อ plate จากนั้นปิดฝา ซิลให้สนิททุกด้าน ก่อนนำไปวัดค่าสี ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าค่าความสว่างของแชมพูก่อนทดสอบสภาวะแรงอยู่ในช่วง L^* เท่ากับ $42.10 \pm 0.10 - 42.35 \pm 0.18$ a^* เท่ากับ $0.73 \pm 0.14 - 0.83 \pm 0.05$ และ b^* เท่ากับ $0.63 \pm 0.03 - 0.85 \pm 0.11$ และเมื่อทดสอบหลังสภาวะแรงอยู่ในช่วง L^* เท่ากับ $42.10 \pm 0.16 - 42.24 \pm 0.06$ a^* เท่ากับ $0.03 \pm 0.13 - 0.63 \pm 0.08$ และ b^* $-0.84 \pm 0.00 - -0.99 \pm 0.06$ ดังแสดงในตารางที่ 4

4.4.2.4 ผลการวัดค่าความหนืดเมื่อนำแชมพูแต่ละสูตรไปวัดค่าความหนืดด้วยถ้วยวัดความหนืด IWATA NK-2 พบว่าจากทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ได้ผลดังแสดงดังในตารางที่ 5 พบว่าก่อนทดสอบด้วยสภาวะแรงมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง $29 \pm 1.3 - 97 \pm 9$ cP และหลังทดสอบด้วยสภาวะแรงมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง $28 \pm 0.6 - 113 \pm 14.1$ cP

4.4.3 ผลการทดสอบการเกิดฟอง

ปริมาตรฟองของแชมพูที่วัดที่ 0 นาทีมีค่าระหว่าง $43.75 \pm 9.55 - 47.50 \pm 6.37$ mL ในขณะที่ปริมาตรฟองที่วัดที่ 5 นาที $42.00 \pm 9.90 - 46.25 \pm 5.30$ mL ซึ่งพบว่า สูตร A1 ซึ่งผสมสารสกัดชาเลือดมังกร 0.5 %w/v ให้ปริมาตรฟองมากที่สุด โดยให้ลักษณะฟองโดยมีละเอียดอยู่ด้านล่าง และมีฟองขนาดใหญ่มากกว่าขนาดกลาง ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ค่า pH ของผลิตภัณฑ์แชมพูก่อนและหลังทดสอบสภาวะแรง

สูตร	ค่า pH	
	ก่อนทดสอบสภาวะแรง	หลังทดสอบสภาวะแรง
A1	6.13 ± 0.02	6.25 ± 0.02
A2	6.25 ± 0.02	6.28 ± 0.01
B1	6.61 ± 0.09	6.80 ± 0.09
B2	6.90 ± 0.02	6.96 ± 0.02

4.4.4 การทดสอบอำนาจการชะล้าง

จากตารางที่ 7 พบว่าจากการทดสอบโดยมีผู้ร่วมสังเกตการทดลอง 3 คนพบว่า อำนาจการชะล้างพบว่าแชมพูผสมสารสกัดจากชาเลือดมังกรทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบว่าสูตร A1 และ A2 ให้อำนาจการชะล้างที่ดีกว่าสูตร B1 และ B2 ตามลำดับ ปริมาตรน้ำที่ใช้ล้างออกพบว่าสูตร A2 จะต้องใช้น้ำล้างออกปริมาณที่มากกว่าสูตร A1 B2 และ B1 ตามลำดับ สำหรับการหิวเปียกและหิวแห้ง พบว่าสูตร A1 จะหิวได้

ง่ายกว่าสูตร A2 B1 และ B2 ตามลำดับ ส่วนกลิ่นพบว่าสูตร A1 และ A2 จะมีกลิ่นหอมติดที่เส้นผมหลังจากการสระปอยผมมากกว่าสูตร B1 และ B2 เมื่อพิจารณาความเงางาม นุ่มลื่น ของเส้นผม การชี้ฟูของเส้นผม ผมพบว่าสูตร A1 และ A2 จะให้ความเงางาม นุ่มลื่น ของเส้นผม มากกว่าสูตร B1 และ B2 ส่วนการชี้ฟูพบว่าสูตร B2 จะมีความชี้ฟูหลังจากการสระและไดร์ทให้แห้งมากกว่าสูตรอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4

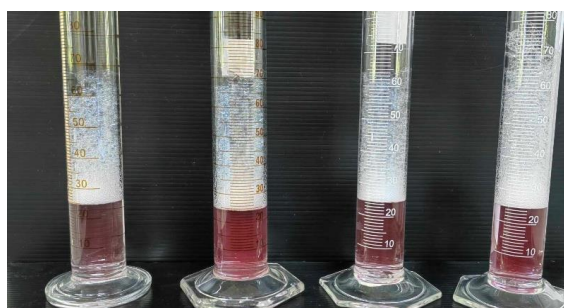
ตารางที่ 5 แสดงค่าความหนืดของแชมพูแต่ละสูตรก่อนและหลังทดสอบสภาวะเร่ง

สูตร	ค่าความหนืด (Centi-poise, cP)	
	ก่อนทดสอบสภาวะเร่ง	หลังทดสอบสภาวะเร่ง
A1	97±4.9	101±1.7
A2	88±6.5	113±14.1
B1	29±1.3	28 ± 0.6
B2	30±3.9	29±1.4

ตารางที่ 6 ค่าการเกิดฟองและลักษณะการเกิดฟองของแชมพูแต่ละสูตร

สูตร แชมพู	ปริมาตรฟองที่ได้ (mL)		ลักษณะฟองที่เกิดขึ้น
	ที่ 0 นาที	ที่ 5 นาที	
A1	47.50±6.37	46.25±5.30	ฟองละเอียดอยู่ด้านล่าง มีฟองขนาดใหญ่มากกว่าขนาดกลาง
A2	43.75±9.55	42.00±9.90	ฟองละเอียดอยู่ด้านล่าง มีฟองขนาดใหญ่มากกว่าขนาดกลาง
B1	46.00±1.42	43.75±1.77	ฟองสีขาวละเอียดอยู่ด้านล่าง มีฟองขนาดกลางมากกว่าขนาดใหญ่
B2	47.00±2.83	44.00±1.42	ฟองสีขาวละเอียดอยู่ด้านล่าง มีฟองขนาดกลางมากกว่าขนาดใหญ่

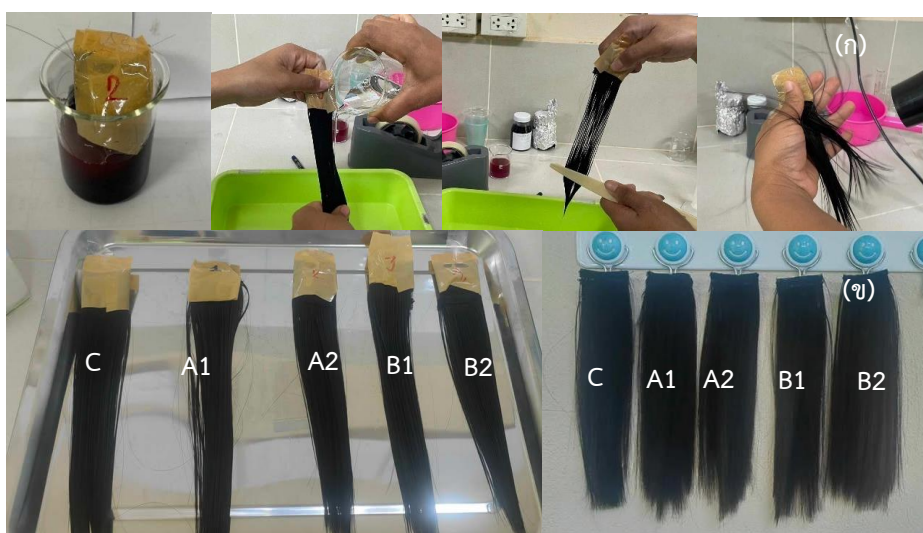
หมายเหตุ ทุกสูตรมีความคงตัวของฟองมากกว่า 60 นาที



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการเกิดฟองของแชมพูแต่ละสูตร

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดสอบประสิทธิภาพการชำระล้างและการทำความสะอาด

การทดสอบ	สูตรแชมพู			
	A1	A2	B1	B2
อำนาจการชะล้าง (คะแนน)	3.67±0.58	3.67±0.58	3.33±0.58	3.00±0.00
ปริมาตรน้ำที่ใช้ล้างออก (mL)	90.0±21.2	103.0±25.5	79.0±5.6	86.0±33.9
การหิวเปียก (คะแนน)	3.00±0.58	3.00±0.58	2.50±0.58	3.00±0.00
การหิวแห้ง (คะแนน)	4.00±0.00	3.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
กลิ่น (คะแนน)	3.67±0.58	3.67±0.58	2.50±0.58	2.50±0.58



ภาพที่ 4 การทดสอบอำนาจการชะล้างและประสิทธิภาพของแชมพู (ก) ขั้นตอนการทดสอบ (ข) ปอยผมตอนเปียก (ซ้าย) และปอยผมตอนแห้ง (ขวา) (C= ปอยผมควบคุม, ปอยผมทดสอบกับแชมพูสูตร A1, A2, B1, B2 ตามลำดับ)



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของแชมพูก่อนและหลังการทดสอบสภาวะเร่ง สำหรับแชมพูแต่ละสูตร

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการสกัดสารจากชาเล็ดม้งกรพบว่าได้สารสกัดหยาบน้ำ 78.80 g คิดเป็นร้อยละ 8.75 ของน้ำหนักตัวอย่าง โดยพบว่าเมื่อสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำปราศจากไอออน ในรูปที่ 1(ค) ไปส่องด้วยรังสี UV ที่ความยาวคลื่น 254 nm พบว่ามีการเรืองแสงหรือเกิดฟลูออเรสเซนส์เกิดขึ้น ซึ่งสีของสารสกัดในรูปสารละลายตรงกับที่เคยรายงานในงานวิจัยก่อนหน้า (วลีพร สอนสง, 2567) และผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรที่ผ่านการคั่วและตากแห้งดั้งเดิมตามชนเผ่าอาข่า ให้ค่า IC_{50} ที่ต่ำเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน trolox ซึ่งถือสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรมีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระ เพราะทำให้สีของสารละลาย ABTS ลดลงจากสีฟ้าเป็นสีฟ้าจางตามความเข้มข้นของสารสกัดจากชาเล็ดม้งกร และมีสารในรูปฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และแอนโทไซยานิน ซึ่งจัดเป็นออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีปริมาณสารดังกล่าวเทียบเท่ากับสมุนไพรรักษาสมุนไพรในตระกูลชาสมุนไพรต่าง ๆ โดยใกล้เคียงกับชาดำ (IC_{50} เท่ากับ 8.97 mg/L แต่น้อยกว่าในชาเขียว (ชานนท์ นัยจิตร และอนุรักษ์ เข้มมั่ง, 2559) จากนั้นได้นำสารสกัดมาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดชาเล็ดม้งกร ลักษณะทางกายภาพของแชมพูทั้ง 4 สูตร (A1, A2, B1, B2) สีของแชมพูจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยตำรับที่ 1 สูตร A1 และ A2 จะได้แชมพูสีน้ำตาลแดง ส่วนตำรับที่ 2 B1 และ B2 ให้แชมพูสีม่วงแดง ทั้งนี้ขึ้นกับค่า pH ของแชมพู เพราะสารสกัดจะเปลี่ยนแปลงสีตามค่า pH ค่าความหนืดของแชมพูอยู่ในระดับหนืดปานกลาง ในการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์แชมพูผสมสารสกัดจากชาเล็ดม้งกร ค่า pH ก่อนและหลังทดสอบในสภาวะเร่ง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งกำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างต้องแตกต่างจาก เดิมไม่เกิน ± 1.0 และต้องอยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 8.0 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2558) แสดงว่าแชมพูทั้ง 4 สูตร ยังอยู่ในสภาพที่ดีไม่แปรสภาพหรือเสื่อมคุณภาพ ทั้งนี้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ควรเป็นขวดที่สีขาวด้านเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารสกัดและผลิตภัณฑ์ จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตร พบว่าหลังสภาวะเร่งค่า L^* มีการลดลงเล็กน้อยซึ่งสังเกตจากผลิตภัณฑ์ที่เข้มข้น ส่วนค่า a^* และ b^* ก็ลดลงเล็กน้อยเช่นกัน สามารถกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์แชมพูที่ได้พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตรมีความคงตัวดีในสภาวะเร่ง ไม่เกิดการแยกชั้น ในด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์ แชมพูสูตร A1 และ A2 เมื่อทดสอบด้วยสภาวะเร่งพบว่ามีความหนืดเพิ่มขึ้น ส่วน B1 และ B2 มีความหนืดไม่เปลี่ยนแปลงมากนักโดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อผลการทดลองไปทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าค่าความหนืดก่อนและหลังทดสอบด้วยสภาวะเร่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดสอบฟองพบว่า ทุกสูตรให้ฟองในปริมาณมากพอ และลักษณะฟองดังแสดงในภาพที่ 3 และตารางที่ 6 โดยฟองของแชมพูทุกสูตรมีความคงตัวของฟองมากกว่า 60 นาที ในการพิจารณาอำนาจการชะล้างจากผลการทดลองพบว่าสูตร A1 ที่มีส่วนผสมของสารสกัดชาเล็ดม้งกร 0.5 %w/w จะให้คะแนนด้านประสิทธิภาพและลักษณะที่พึงประสงค์ของแชมพูมากกว่าสูตร A2 B1 และ B2 เมื่อเทียบกับปอยผมควบคุม ตามลำดับ ชาเล็ดม้งกร เป็นสมุนไพรที่กำลังได้รับความสนใจในฐานะวัตถุดิบทางเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมสมัยใหม่ เนื่องจากมีสารสำคัญในกลุ่มโพลีฟีนอลและโพรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidins) ซึ่งมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบสูง โดยมีรายงานว่าช่วยส่งเสริมการสมานแผล (wound healing) และยับยั้งการเจริญของจุลชีพบางชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบ

กับแชมพูสมุนไพรที่เป็นที่รู้จักในท้องถิ่น เช่น อัญชัน (*Clitoria tematea*) และชบา (*Hibiscus sabdariffa*) ซึ่งมีข้อได้เปรียบด้านการยอมรับของผู้บริโภคและมีรายงานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนด้านการลดริ้วรอยและบำรุงเส้นผม (Tupe et al., 2024) พบว่า ชาเล็ดม้งกรมีความโดดเด่นเชิงนวัตกรรมและภาพลักษณ์ทางการตลาดมากกว่า เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่ยังไม่แพร่หลาย แต่มีลักษณะเฉพาะของสีและคุณสมบัติทางเคมีที่สามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมเชิงพาณิชย์ได้ ในส่วนชาชนิดอื่นเช่น ชาเขียว ในด้านเครื่องสำอาง สารสกัดจากชาเขียวถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว (cosmeceuticals) เนื่องจากช่วย ลดความมันบนใบหน้า, ชะลอการเกิดริ้วรอย, ป้องกันความเสียหายจากรังสี UV, และ ช่วยให้ผิวดูกระจ่างใสขึ้น (Gianeti et al., 2013). และมีการพัฒนาสูตรครีมหรืออิมัลชัน (emulsion/nano-emulsion) ที่มีสารสกัดชาเขียว เพื่อเพิ่มการซึมผ่านของสารสำคัญและเสถียรภาพของสาร EGCG ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Liao et al., 2022). แต่ยังไม่มียางานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำมาพัฒนาเป็นแชมพูหรือผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม

ทั้งนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แชมพูสมุนไพรผสมสารสกัดจากชาเล็ดม้งกรในขั้นตอนต่อไปในกรณีที่มีงบประมาณและระยะเวลาวิจัยที่ยาวนานขึ้นควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่นฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรีย การระคายเคืองต่อหนังศีรษะ รวมถึงการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 รหัสโครงการ NRIS 206821 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก อบอุ่น และปิ่นธนา เลิศสถิตธนกร. (2554). การพัฒนาครีมหน้าขาวจากน้ำมันงาเพื่อบรรเทาอาการชาและปวดที่เท้าในผู้ป่วยโรคเส้นประสาทจากโรคเบาหวาน. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 7(1), 28–38.
- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2553, 1 พฤษภาคม). *คู่มือเกี่ยวกับสารแอนโทไซยานิน*. รายงานประจำปี 2553 กรมวิทยาศาสตร์บริการ. http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_other/annual_53.pdf
- จารุณี ภิฑุมวงศ์ และนิจปวีรชชา ภัทตร์จันทร์. (2565, 20 พฤษภาคม). *ชาเล็ดม้งกร*. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). <https://www.hrdi.or.th/articles/Detail/1530>
- ชานนท์ นัยจิตร และอนุรักษ์ เชื้อมั่ง. (2559). การประเมินฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบรวมฟีนอล และนิโคตินในสมุนไพรไทย 15 ชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 24(2), 351–361.
- ทริมา ภาคภูมิ, กัลยาภรณ์ จันตรี, และอรพิน โกมุติบาล. (2559). *ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์และสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบพลูเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องสำอาง* [วิทยานิพนธ์ปริญญา บัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.

- ธนภัทร อนันต์วัฒนสุข. (2551). *การตั้งตัวรับแชนพู่ที่มีส่วนผลสมของสารสกัดสมุนไพรไทย* [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. (2558). ราชกิจจานุเบกษา, 132 (ตอนพิเศษ 76 ง), 1-12.
- วลีพร สอนสง. (2567). *การศึกษาความคงตัวของไฮบริดพิกเมนต์สารสกัดชาเล็ดม้งกร* [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- สุนิสา รื่นนางแย้ม และกรรณธิดา งามละม่อม. (2549). *การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากใบชาพลู และใบย่านาง* [วิทยานิพนธ์ปริญญา บัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- Draelos, Z. D. (2015). *Cosmetic dermatology: Products and procedures* (3rd ed.). New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Gianeti, M. D., Mercurio, D. G., & Campos, P. M. (2013). The use of green tea extract in cosmetic formulations: Antioxidant stability and skin compatibility. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 12(4), 287–295. <https://doi.org/10.1111/jocd.12058>
- Hu, J., Deng, Y., & Thomas, F. D. (2011). PERISTROPHE Nees in Wallich. *Flora of China*, 19, 463–467.
- Jiang, H. Z., Fan, W. C., Huang, D. X., Luo, Z. L., Yang, C. P., & Li, X. F. (2011). *Research on ultrasonic ethanol extraction technology of purple pigment from Peristrophe roxburghiana*. *Hubei Agricultural Sciences*, (10). ISSN 0439-8114.
- Kammeyer, A., & Luiten, R. M. (2015). Oxidation events and skin aging. *Ageing Research Reviews*, 21, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.01.003>
- Liao, R., Parker, T., Bellerose, K., Vollmer, D. & Han, D. (2022). A Green Tea Containing Skincare System Improves Skin Health and Beauty in Adults: An Exploratory Controlled Clinical Study. *Cosmetics*, 9(5), 96–107. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9050096>
- Nguyen, M. T., Hoang, T. N., & Le, Q. V. (2022). *Effect of extraction methods and temperature preservation on total anthocyanins compounds of Peristrophe bivalvis L. Merr. leaf*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 10(3), 27–33. <https://doi.org/10.7324/JABB.2022.100304>
- Rama Krishna, A. G., Espenti, C. S., Rami Reddy, Y. V., Obbu, A., & Satyanarayana, M. V. (2020). *Green synthesis of silver nanoparticles using Sansevieria roxburghiana: Characterization and antibacterial activity*. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. <https://doi.org/10.1007/s10904-020-01567-w>
- Robbins, C. R. (2012). *Chemical and physical behavior of human hair* (5th ed.). Springer.

- Shafazila, T.S., Pat, M.L., & Lee, K.H. (2010). Radical scavenging activities of extract and solvent-solvent partition fractions from *Dendrobium Sonia* ‘Red Bom’ flower. *Proceedings of International Conference on Science and Social Research*. (pp.762–765). Kuala Lumpur, Malaysia: Universiti Teknologi MARA.
- Tupe, A. A., Kulkarni, S. S., Jadhav, A. D., Bhosale, P. M., & Kuchake, V. G. (2024). Development and assessment of a herbal shampoo containing Hibiscus extract. *International Journal of Pharmaceutical Research and Applications*, 10(3), 1065–1069.
- Vidana Gamage, G. C., Lim, Y. Y., & Choo, W. S. (2021). Anthocyanins from *Clitoria ternatea* flower: Biosynthesis, extraction, stability, antioxidant activity, and applications. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.792303>
- Woisky, R. G., & Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 99–105. <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100961>
- Yi, T., Tang, Y., Zhang, J., Zhao, Z., Yang, Z., & Chen, H. B. (2012). Characterization and determination of six flavonoids in the ethnomedicine “Dragon’s Blood” by UPLC-PAD-MS. *Chemistry Central Journal*, 6(116), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-116>
- Yingngam, B., Monschein, M., & Brantner, A. (2014). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Cratoxylum formosum ssp. formosum* leaves using central composite design and evaluation of its protective ability against H₂O₂-induced cell death. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7(1), 497–505.
- Zhou, J., Xie, G., & Yan, X. (2011). *Encyclopedia of Traditional Chinese Medicines - Molecular Structures, Pharmacological Activities, Natural Sources and Applications*. (p. 520). Germany: Springer