

การตั้งตำรับสูตรเครื่องสำอางที่ทำให้ผิวขาวจากสารสกัดมะหาด** Formulation of Whitening Cosmetics from Lakoocha Extract**

กัลยาภรณ์ จันตรี*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

Kanlayaporn Chantree*

Faculty of Science and Technology, Suan Dusit Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยวิธี Dopachrome Method ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณของสารประกอบฟีนอลรวม วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) Antioxidant Assay และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมด้วยวิธี Folin Ciocalteu เทียบกับกรดแกลลิก ในสารสกัดแก่นมะหาด (*Artocarpus lakoocha* Roxb.) จากตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ โพรพิลีน ไกลคอล และเอทานอล และทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดแก่นมะหาดในตัวทำละลาย 2 ชนิด (โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล และครีมอาบน้ำผสมสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล) จากการทดลองสารสกัดในชั้นโพรพิลีน ไกลคอล และเอทานอลได้ร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 12.50 และ 11.15 ตามลำดับ การตรวจสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดในชั้นเอทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสสูงกว่าสารมาตรฐานโคจิก 2.5 เท่า ในขณะที่สารสกัดด้วยโพรพิลีน ไกลคอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งน้อยกว่า (เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก, IC_{50} เท่ากับ 25.60 ± 0.15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสารสกัดหยาบมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPD Assay พบว่า สารสกัดจากแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล และชั้นเอทานอล พบว่า ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอช ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 0.87 ± 0.05 และ 2.04 ± 0.43 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยังพบว่าสารสกัดจากแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล และชั้นเอทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี 12.19 และ 5.20 เท่า ตามลำดับ วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบ

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: kung9161@hotmail.com

**งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ฟีนอลรวม (Total Phenolic Compound) จากสารสกัดหยาบแก่นมะหาด พบว่าสารสกัดหยาบของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล และชั้นเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมเท่ากับ 836.04 ± 3.55 และ 590.08 ± 9.24 mg GAE/g Extract ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดหยาบไปผสมลงในตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำให้ผลไปในแนวโน้มเดียวกันคือ พบว่าการยับยั้งอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลรวมในตำรับโลชั่นมีปริมาณมากกว่าในตำรับครีมอาบน้ำ จากการพัฒนาตำรับสูตรเครื่องสำอางทั้ง 2 สูตร ได้แก่ ครีมอาบน้ำและโลชั่น ได้สูตรตำรับที่มีความคงตัวทางกายภาพดี เนื้อครีม ไม่เปลี่ยนแปลงกระจายตัวได้ง่ายบนผิว การทดสอบที่สภาวะต่างๆ พบว่าค่าความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอิมัลชันเป็นระบบที่ไม่คงตัวทางเทอร์โมไดนามิกส์

คำสำคัญ : มะหาด, ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส, เมลานิน, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The aims of this research are to test antityrosinase activity by utilizing dopachrome method, to evaluate the antioxidative activity by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) antioxidant assay and to determine the total phenolic content by Folin Ciocalteu reagent by comparing the gallic acid content of both lakoocha crudes extracted by propylene glycol and ethanol. We determined the stabilities of cosmetic formulations in which both crude extracts in propylene glycol and ethanol (lotion mixed with ethanol extract, lotion mixed with propylene glycol extract, shower cream mixed with ethanol extract, shower cream mixed with propylene glycol extract,) were added. According to the results, the extraction by propylene glycol and ethanol gave crude % yields of 12.50 and 11.50, respectively. The results demonstrated that the ethanol extract of lakoocha exhibited higher antityrosinase activity and 2.5 fold better IC_{50} compared to that of the reference tyrosinase inhibitor, kojic acid. In the case of propylene glycol the extract showed inhibitory activity with IC_{50} value of 25.60 ± 0.15 $\mu\text{g/mL}$, however the activity was not as high as when compared to that of the reference kojic acid. The antioxidative activity of both propylene glycol and ethanol extracts of lakoocha exhibited the same range of IC_{50} values, 0.87 ± 0.05 and 2.04 ± 0.43 $\mu\text{g/mL}$, respectively. In addition, it was found that both extract, showed inhibitory activity of 12.19 and 5.2 fold more efficacy than vitamin C. The total phenolic content of the propylene glycol and ethanol extracts of lakoocha were 836.044 ± 0.21 and 590.083 ± 0.50 10.84 mg gallic acid extract (GAE/g extract), respectively. When mixing the crude extracts into lotion and shower cream, they resulted in the same

manner but the lotion formula showed higher antioxidative activity and total phenolic content than those of the shower cream formula. The development of 2 cosmetic formulas, shower cream and lotion, provided formulations with good physical stability: the cream texture did not change and spread easily on the skin. Upon experimentation with various conditions, the viscosity decreased because the emulsion system was not thermodynamically stable (thermodynamically unstable system).

Keywords : Lakoocha, Antityrosinase Activity, Melanin, Antioxidant Activity

บทนำ

การมีผิวพรรณที่สดใสอ่อนเยาว์ไร้ริ้วรอยเป็นความปรารถนาของคนทั่วไป แต่สภาพร่างกายที่ร่วงโรยตามกาลเวลาเป็นสภาพความเสื่อมโทรมตามธรรมชาติที่ยากจะหลีกเลี่ยง หากมีวิธีการใดที่จะช่วยสามารถชะลอหรือหยุดการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ย่อมเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ผิวหน้าซึ่งเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายที่พบเห็นการเปลี่ยนแปลงการเกิดริ้วรอย จุดต่างดำ ความหมองคล้ำ มีกระ และเม็ดสีผิวได้ง่ายกว่าส่วนอื่น นอกจากปัจจัยความเสื่อมโทรมตามธรรมชาติแล้ว ปัจจัยเสริมที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาผิวพรรณหมองคล้ำอีกประการหนึ่งคือ เกิดจากการได้รับแสงแดดเพราะในแสงแดดมีรังสียูวี (UV) โดยเฉพาะประเทศที่อยู่แถบศูนย์สูตรอย่างเมืองไทย เสี่ยงกับการที่ผิวหน้าจะเผชิญกับรังสียูวีโดยตรง เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อกระบวนการชีวสังเคราะห์ของเมลานิน เม็ดสีเมลานินเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้เกิดรอยหมอง คล้ำ ฝ้า กระ และจุดต่างดำ นอกจากนี้ การทำงานหน้าจอบนคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานและความเครียดก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็น ตัวกระตุ้นให้เกิดการเสื่อมสภาพดังกล่าว (Muangngam, 2012) ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้กับผิวหน้าในปัจจุบันมีทั้งส่วนผสมจากสารเคมีโดยตรงและสารสกัดจากธรรมชาติ แต่เครื่องสำอางที่กำลังเป็นที่นิยมใช้กันคือเครื่องสำอางที่ผลิตมาจากสารสกัดจากธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนประกอบของสารที่ทำให้ผิวขาวจึงได้รับความนิยมและมีปริมาณการใช้ในเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มประชากรสตรี (Paeratanakul, 2011) ครีมเพื่อผิวขาวซึ่งมีสารช่วยลดความเข้มของสีผิวโดยออกฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาในการสร้างเม็ดสีเมลานินซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผิวคล้ำ เกิดฝ้า กระ หรือริ้วรอยหมองคล้ำ ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำให้ผิวขาวจากสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นด้วย สารทำให้ผิวขาวหลายชนิดมักมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและ/หรือมีได้นำสารสกัดยับยั้งจากแก่นมะหาดฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จึงส่งผลให้การสร้างเมลานินในผิวหน้าลดลงและผิวพรรณขาวสดใสขึ้นกว่าเดิม สารสกัดที่ทำให้ผิวขาวและมีที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ สารสกัดเปลือกสน สารสกัดเมล็ดองุ่น สารสกัดเมล็ดลำไย สารสกัดเมล็ดลิ้นจี่ สารสกัดรังไหม สารสกัดใบหม่อน สารสกัดแก่นมะหาด สารสกัดผลมะขามป้อม และสารสกัดรากชะเอมเทศ (Hanpanitcharoen, 2003) เป็นต้นในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีสารสำคัญใน

การลดความเข้มของสีผิว ทำให้ผิวขาวขึ้น ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นทำให้มีความหลากหลายทางทรัพยากรชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชสมุนไพรซึ่งสามารถพบได้โดยทั่วไปในแต่ละภูมิภาค พืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านยารักษาโรค ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Khawunakaphan et al., 2012) ผู้บริโภคมีความตื่นตัวในการรักษาสุขภาพตนเองมากขึ้นจึงได้มีความสนใจและการทำผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพขึ้น ทั้งเพื่ออุปโภคและบริโภค การใช้พืชสมุนไพรในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคซึ่งนับวันจะมามากขึ้น โดยเฉพาะในระดับชุมชนที่มีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นนั้นๆ ซึ่งเป็นโครงการที่รัฐบาลผลักดันเพื่อต้องการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับชุมชน และเพื่อสานต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่ต่อไป จากการศึกษาค้นคว้าเบื้องต้นพบว่าแก่นมะหาดมีสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Maneechai et al., 2009) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Kiselova et al., 2006) ซึ่งจะสามารถช่วยลดการเกิดริ้วรอยและจุดด่างดำบนใบหน้าและทำให้ผิวพรรณแลดูอ่อนเยาว์กระจ่างใส จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษากลุ่มสารสำคัญของพืชทั้งสองชนิดและศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดหยาบแก่นมะหาด ซึ่งยังไม่มีผู้ศึกษาวิจัยมาก่อนและยังเป็นการส่งเสริมสารสกัดจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โลชั่นและครีมอาบน้ำ ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของพืชสมุนไพรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผลการวิจัยที่ได้นี้จะนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เกี่ยวกับการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในเครื่องสำอางให้กับผู้ที่สนใจเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและเป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรในการพัฒนาเป็นสูตรตำรับในเครื่องสำอาง

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบฤทธิ์การยับยั้งไทโรซิเนส ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมจากสารสกัดหยาบแก่นมะหาด แล้วนำมาตั้งตำรับสูตรเครื่องสำอางสำหรับทำให้ผิวขาว พร้อมทั้งประเมินความคงสภาพและของผลิตภัณฑ์ที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แก่นมะหาด (*Artocarpus lakoocha* Roxb.) เก็บจากหมู่บ้านทุ่งน้อย ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์, สารเคมีที่ใช้ในการทดลองในสูตรตำรับ; Cosmetic Grade นำเข้าบริษัท วันรัตน์ (หน้าเขียน) จำกัด : Wax C (Cetyl Alcohol), เกรดเครื่องสำอาง (Cosmetic Grade), ประเทศเยอรมนี, Glycerin เกรดเครื่องสำอาง, ยี่ห้อ ASK ประเทศญี่ปุ่น, Triethanolamine, บ. Guangzhou Baochu Chemical Co., Ltd. ประเทศจีน, Cremophor® A6 (Cetareth-6 and Stearyl Alcohol), ประเทศจีน, Cremophor® A25 (Cetareth-25), ประเทศจีน, Silicone 345 (Cyclomethicone), Vitamin E Acetate (Tocopheryl Acetate), Unigerm G-2 (Propylene Glycol and Diazolidinyl Urea and

Methylparaben and Propylparaben), 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl; DPPH Lot#STBC1252V นำเข้าบริษัท Sigma Aldrich, ประเทศเยอรมันนี, Ascorbic Acid นำเข้าบริษัท Riedel-de Haen, ประเทศเยอรมันนี, 95 % Ethanol AR Grade; Merck, ประเทศเยอรมันนี, 6-Hydroxy-2,5,7,8-Tetramethylchroman-2-Carboxylic Acid; Trolox HPLC Grade; Fluka, ประเทศสหรัฐอเมริกา, 2,2-Azinobis (3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid); ABTS, AR Grade; Fluka, USA, ประเทศสหรัฐอเมริกา, Tocopherol; Vitamin E AR Grade; Fluka, ประเทศสหรัฐอเมริกา, Potassium Persulphate; $K_2S_2O_8$ AR Grade; BDH, ประเทศเยอรมันนี

วิธีการทดลอง

1. การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากแก่นมะหาด

ซึ่งนำหนักแก่นมะหาดบดละเอียดประมาณ 2 กิโลกรัมที่ได้จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากนั้นนำมาบดเป็นผงละเอียด สกัดด้วยวิธีการหมัก (Maceration) โดยนำไปแช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ โพรพิลีน ไกลคอล และเอทานอล เป็นเวลา 3 วัน นำมารองสารละลายเอทานอลผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แยกส่วนกาก (Residue) ออก จากนั้นนำกากไปสกัดด้วยเอทานอลซ้ำจนครบ 3 รอบ นำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ซึ่งจะได้สารสกัดหยาบจากเอทานอล ในขณะที่สารสกัดแก่นมะหาดที่สกัดด้วยโพรพิลีน ไกลคอล ทำการสกัดเช่นเดียวกับการสกัดแก่นมะหาดด้วยสารละลายเอทานอล

2. ศึกษาการตั้งสูตรตำรับจากสารสกัดมะหาด

ตั้งสูตรตำรับ 2 ตำรับจากสารสกัดแก่นมะหาด ได้แก่ โลชั่นทาผิวและครีมอาบน้ำ โดยมีขั้นตอนการเตรียมโลชั่น ดังนี้

2.1 การเตรียมวัตถุดิบน้ำมัน

หลอมองค์ประกอบส่วนที่เป็นไขมันของแข็งบนหม้ออังไอน้ำ เติมน้ำมันส่วนที่เป็นของเหลวอื่นๆ แล้ว ทำให้อุ่นจนถึงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

2.2 การเตรียมวัตถุดิบน้ำ

ละลายสารเพิ่มความหนืดและสารให้ความชุ่มชื้นต่างๆ ในน้ำ เติมสารกันเสีย และน้ำส่วนที่เหลือ ทำให้อุ่นบนหม้ออังไอน้ำ จนถึงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

2.3 การทำให้เกิดอิมัลชัน

เติมวัตถุดิบน้ำมันลงในวัตถุดิบน้ำ พร้อมทั้งคนจนเกิดเนื้อครีมขึ้น

3. การทดสอบความคงตัวของสูตรตำรับครีม

การทดสอบความคงตัวแบบเร่ง (Accelerated Storage Test)

3.1 การเร่งด้วยอุณหภูมิ (Heating – Cooling Cycle)

โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ที่เตรียมเสร็จ แบ่งใส่ขวดแก้วทึบแสง ปิดฝาในตู้เย็น 4 °C นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นเข้าตู้อบที่ 45 °C อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทดสอบ 6 รอบ ทำการบันทึกผล ความหนืด สี กลิ่น การแยกชั้น พิเอซ

3.2 การเร่งโดยแสง

โดยการนำผลิตภัณฑ์แต่ละตำรับที่เตรียมเสร็จใส่ขวดแก้วใส นำไปวางในสภาพต่างๆ นาน 1 เดือน

ขวดที่ 1 วางไว้ในตู้เย็น

ขวดที่ 2 เก็บในตู้มืด

ขวดที่ 3 ตั้งไว้ริมหน้าต่าง

4. การวิเคราะห์หา Total Phenolic Compounds (Durkee & Thivierge, 1977)

4.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแกลลิก (Gallic Acid)

เตรียมสารละลายมาตรฐานแกลลิก ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 mg/mL

4.2 สารเตรียมสารละลายตัวอย่าง

สารเตรียมสารละลายตัวอย่างเพื่อวัดการดูดกลืนแสงใส่สารละลาย Folin – Ciocalteu Reagent (1:10) โดยเตรียมใหม่ลงในสารละลายตัวอย่าง ตามด้วยสารละลาย 7.5 % โซเดียมคาร์บอเนต ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) 765 นาโนเมตร

5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH Scavenging Method โดยดัดแปลงจากวิธีของ Papadimitriou et al., 2006)

5.1 นำครีมตัวอย่าง 0.10 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมนเมทานอล จำนวน 9 มิลลิลิตร ผสมด้วย Vortex Mixer จนเป็นเนื้อเดียวกัน

5.2 เติมนสารละลายดีพีพีเอช ความเข้มข้น 0.40 mg/mL จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมด้วย Vortex Mixer จนเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ในที่มืด 20 นาที

5.3 นำไปเหวี่ยงที่ 1,100 rpm เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ใส

5.4 ปรับค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ให้เท่ากับศูนย์ ด้วยเมทานอล แล้ววัดค่า Absorbance ของสารละลายดีพีพีเอช ซึ่งเตรียมจากสารละลายดีพีพีเอช ความเข้มข้น 0.40 mg/mL จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมนเมทานอล 9 มิลลิลิตร ค่าที่วัดได้เรียกว่า A_{DPPH} วัดค่า Absorbance ของสารละลายในแต่ละหลอด ค่าที่วัดได้เรียกว่า $A_{Extract}$

5.5 คำนวณค่า % inhibition ตามสูตร

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Extract}}}{A_{\text{DPPH}}} \times 100$$

6. การตั้งตำรับสูตรเครื่องสำอาง

ตารางที่ 1 สูตรตำรับโลชั่นผสมสารสกัดมะหาด 2% w/w

สาร	INCI Name	% w/w
Aqua	Distilled Water	Diluent
EDTA 2 Na	Disodium EDTA	0.2
DHDH Hydantoin	DHDH Hydantoin	0.6
Sodium Stearoyl Glutamate	Sodium Stearoyl Glutamate	0.2
Propylene Glycol	Propylene Glycol	4.0
สารสกัดหยาบแก่นมะหาด	<i>Artocarpus lakoocha</i> Roxb.	2.0
Sodium Polycrylate	Sodium Polycrylate	1.0
Dicarpryl Ether	Dicarpryl Ether	3.0
Minerol Oil	Minerol Oil	4.0

7. การตั้งตำรับสูตรครีมอาบน้ำ

ตารางที่ 2 สูตรตำรับครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาด 2% w/w

สาร	INCI Name	% w/w
Aqua	Distilled Water	73.8
SLS	Sodium Laureth Sulfate	15.0
EDTA 2 Na	Disodium EDTA	0.2
DHDH Hydantoin	DHDH Hydantoin	0.5
Lauamind® C	Cocamide DEA	2.5
Finquat® CP	Quaternium-75	5.0
Propylene glycol	Propylene Glycol	3.0
สารสกัดหยาบแก่นมะหาด	<i>Artocarpus lakoocha</i> Roxb.	2.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก สูตรตำรับของ Hung Huat Com., Ltd. (2010)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการสกัดสารจากแก่นมะหาดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากแก่นมะหาด เพื่อนำมาตั้งตำรับสูตรเครื่องสำอาง ทำการทดลองสกัดสารจากแก่นมะหาดด้วยวิธีการหมัก (Maceration) ด้วยตัวทำละลายเอทานอล และ โพรพิลีน ไกลคอล โดยใช้น้ำหนักแก่นมะหาดบดละเอียดปริมาณ 2 กิโลกรัม แช่ด้วยเอทานอลให้ท่วมผงแก่นมะหาดเป็นเวลา 3 วัน กรองสารละลายเอทานอล ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แยกส่วนกาก (Residue) นำกากไปสกัดด้วยเอทานอลต่ออีก 2 รอบ จากนั้น นำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ซึ่งจะได้สารสกัดหยาบจากเอทานอล (Crude Ethanol) ในขณะที่สารสกัดแก่นมะหาดที่สกัดด้วยโพรพิลีนไกลคอล ทำการทดลองเช่นเดียวกับการสกัดแก่นมะหาดด้วยเอทานอล คำนวณค่าร้อยละของผลผลิต (% Yield) ที่ได้ของสารสกัดหยาบแต่ละชนิด แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและ % Yield ของสารสกัดหยาบจากแก่นมะหาดที่แช่ด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล

ชนิดของตัวทำละลาย	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)	% Yield (%กรัมต่อน้ำหนักแห้ง)	ลักษณะทางกายภาพ
เอทานอล	223.03	11.15	ของแข็ง สีน้ำตาลเข้ม
สารละลายโพรพิลีน ไกลคอล	250.00	12.50	ของเหลวข้น เหนียว สีน้ำตาลเข้ม

ตารางที่ 3 แสดงผลการสกัดสารจากแก่นมะหาดแห้ง บดละเอียด ด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ การสกัดสารสกัดหยาบจากแก่นมะหาดโดยแช่ (Maceration) ในตัวทำละลายเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล สารสกัดจากเอทานอล ลักษณะที่ได้เป็นของแข็ง สีน้ำตาลเข้ม คำนวณร้อยละของผลผลิต (% Yield) ได้เท่ากับ 11.15 (% น้ำหนัก/น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่สารสกัดในโพรพิลีน ไกลคอล ลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลวข้น เหนียว สีน้ำตาลเข้ม คิดเป็นร้อยละ 12.50 (% น้ำหนัก/น้ำหนักแห้ง) จากการสกัดนี้พบว่าร้อยละของผลผลิตที่สกัดด้วยโพรพิลีน ไกลคอล มีปริมาณสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก สารประกอบที่พบในมะหาด ได้แก่ Oxyresveratrol, Resveratrol, Artolakoochol, Lakoochin และ Flavonoids (Hasitapan, 2014) ซึ่งประกอบด้วยสารที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ทั้งนี้ จึงส่งผลให้สามารถสกัดสารต่างๆ ด้วยโพรพิลีน ไกลคอล ออกมาได้สูงกว่าสกัดด้วยเอทานอล

2. การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล และโพรพิลีน ไกลคอล โลชั่นและครีมอาบน้ำผสมสารสกัดแก่นมะหาดในชั้นเอทานอลและชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ด้วยเทคนิค Dopachrom Method

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล และชั้น โพรพิลีน ไกลคอล โลชั่นและครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล และโพรพิลีน ไกลคอล (2 % น้ำหนัก/น้ำหนัก) ด้วยเทคนิค Dopachrom Method

สาร	IC ₅₀ (µg/ml)
สารละลายมาตรฐานโคจิก	10.60 ± 0.18
สารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	2.04 ± 0.43
สารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	0.87 ± 0.05
โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	20.45 ± 0.06
โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	19.32 ± 0.05
ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	30.71 ± 0.26
ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	15.15 ± 0.72

การตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 2.04 ± 0.43 และ 0.87 ± 0.05 µg/ml ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารมาตรฐานวิตามินโคจิก พบว่า มีค่าการยับยั้งสูงกว่าสารมาตรฐานและเมื่อนำสารสกัดหยาบแก่นมะหาดผสมลงในสูตรตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำ ได้แก่ โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล และครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล คำนวณหาค่า IC₅₀ เท่ากับ 20.45 ± 0.06, 19.32 ± 0.05, 30.71 ± 0.26 และ 15.15 ± 0.72 µg/ml ทั้งนี้การนำสารสกัดหยาบจากแก่นมะหาดมาผสมในสูตรตำรับให้ฤทธิ์การยับยั้งน้อยกว่าสารสกัดหยาบและสารมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเป็นกรด เบส ของสูตรตำรับอาจส่งผลต่อความคงสภาพของสารสกัดหยาบแก่นมะหาด

3. การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล ด้วยเทคนิค DPPH Scavenging

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity ของ สารสกัดหยาบหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล ตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำ ผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล (2 % น้ำหนัก/น้ำหนัก)

สาร	IC ₅₀ (μg/ml)
สารละลายมาตรฐานวิตามินซี	10.60 ± 0.18
สารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	0.87 ± 0.05
สารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	2.04 ± 0.43
โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	4.04 ± 0.55
โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	2.93 ± 0.51
ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล	7.01 ± 0.26
ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล	6.04 ± 0.56

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล ด้วยเทคนิค DPPH Scavenging โดย DPPH เป็นอนุมูลอิสระที่มีความคงตัว และดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 517 nm เมื่อผสมอนุมูลอิสระ DPPH[•] และสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ที่มีสารประกอบฟีนอลเป็นส่วนประกอบ หมู่ไฮดรอกซีที่เกาะอยู่บริเวณหมู่ -R ของ Aromatic Ring ในโครงสร้างสารประกอบฟีนอลสามารถจับกับอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวของอนุมูลอิสระ DPPH[•] ได้ เมื่ออนุมูลอิสระ DPPH[•] ได้รับโปรตอนก็จะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง ส่งผลให้ค่าการดูดกลืนแสงลดลง แล้วคำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นร้อยละการยับยั้งและคำนวณค่า IC₅₀ จากสมการเส้นตรงของกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดแก่นมะหาดใน เอทานอลและโพรพิลีน ไกลคอล และสารมาตรฐานกับร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ การคำนวณหาความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่นำมาทดสอบสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50% (IC₅₀) ทำได้โดยคำนวณจากสมการเส้นตรงของกราฟระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH กับความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อหาความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ 50% (Hongphatkiri, 2005; Choavanalikit, 2004) จากงานวิจัยนี้ได้นำส่วนสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล มาทำการทดสอบการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระกับ

สารละลาย DPPH โดยทำการเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์วิตามินซี พบว่า สารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าสารสกัดแก่นมะหาดในชั้นเอทานอล ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารสำคัญในแก่นมะหาด คือ ออกซิเรสเวอรอล ที่สกัดได้จากแก่นมะหาดละลายในตัวทำละลายโพรพิลีน ไกลคอลมากกว่าในเอทานอล เมื่อนำค่า IC_{50} ของสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ที่ได้มาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานวิตามินซี พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสารอนุมูลอิสระของสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล และสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิตามินซี 12.19 และ 5.20 เท่า ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาทำการพลอตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานวิตามินซีกับร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ได้กราฟเป็นเส้นตรง มีค่าเบี่ยงเบน $R^2 = 0.9998$ เมื่อทำการหาค่า IC_{50} โดยการคำนวณได้จากสมการ $y = 4.5776x + 0.3222$ ดังนั้นพบหาค่า IC_{50} ได้เท่ากับ $10.603 \mu\text{g/mL}$ และจากการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกัน แต่เปลี่ยนจากสารมาตรฐานวิตามินซี เป็นสารสกัดแก่นมะหาดในชั้นเอทานอลและชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ซึ่งได้ค่า IC_{50} เท่ากับ 2.04 ± 0.43 และ $0.87 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ ซึ่งให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี จากนั้นนำสารสกัดหยาบแก่นมะหาดมาผสมในตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำ โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอล โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ

4. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (Total Phenolic Compound) จากสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอลและในชั้นเอทานอล

ผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมในสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอลและในชั้นเอทานอล โดยใช้สารละลายมาตรฐานแกลิก เป็นสารมาตรฐาน แล้วทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายแกลิกที่ความยาวคลื่น 728 นาโนเมตร

ตารางที่ 6 ปริมาณฟีนอลโดยรวม (Total Phenol Content) ของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดครีมอาบน้ำ และโลชั่นชันเอทานอล และโพรพิลีน ไกลคอล

สาร	Total Phenol Content (mg GAE/g Sample)
สารสกัดแก่นมะหาดชันโพรพิลีน ไกลคอล	836.04 ± 0.21
สารสกัดแก่นมะหาดชันเอทานอล	590.08 ± 0.50
โลชั่นมะหาดชันเอทานอล	597.07 ± 18.8
โลชั่นมะหาดชันโพรพิลีน ไกลคอล	545.28 ± 13.1
ครีมอาบน้ำมะหาดชันเอทานอล	494.97 ± 19.5
ครีมอาบน้ำมะหาดชันโพรพิลีน ไกลคอล	396.54 ± 5.51

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (Total Phenolic Compound) จาก สารสกัดหยาบแก่นมะหาด ชันเอทานอล และสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชันเอโพรพิลีน ไกลคอล สารสกัดหยาบของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชัน โพรพิลีน ไกลคอลและชันเอทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม 836.04 ± 0.21 และ 590.08 ± 0.50 mg GAE/g Extract ตามลำดับ เมื่อนำมาผสมในตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำ ได้แก่ โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชันเอทานอล โลชั่นผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชันโพรพิลีน ไกลคอล ครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชันเอทานอล และครีมอาบน้ำผสมสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชันโพรพิลีน ไกลคอล ได้ผลดังนี้ 597.07 ± 18.8 545.28 ± 13.1 494.97 ± 19.5 และ 396.54 ± 5.51 mg GAE/g Sample

5. ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์

เมื่อทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งสารสกัดแก่นมะหาดด้วยตัวทำละลายโพรพิลีน ไกลคอล และเอทานอล พบว่าสารสกัดแก่นมะหาดมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จึงนำมาผสมในตำรับโลชั่นและครีมอาบน้ำ ทำการประเมินความคงตัวของตำรับสูตร โดยการเร่งด้วยอุณหภูมิ (Heating - Cooling Cycle) ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ที่เตรียมเสร็จ แบ่งใส่ขวดแก้วทึบแสง ปิดฝาในตู้เย็น 4 °C นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นเข้าตู้อบที่ 45 °C อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทดสอบ 6 รอบ ทำการบันทึกผล ความหนืด สี กลิ่น การแยกชั้น ฟิเอซ และการเร่งโดยแสง โดยการนำผลิตภัณฑ์แต่ละตำรับที่เตรียมเสร็จใส่ขวดแก้วใส นำไปวางในสภาพต่างๆ นาน 12 สัปดาห์ ดังนี้ วางไว้ในตู้เย็น เก็บในตู้มืดและตั้งไว้ริมหน้าต่าง เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่นเดียวกับสภาวะที่เร่งด้วยอุณหภูมิสลับร้อน เย็น ได้ผลดังตารางที่ 7-10

ตารางที่ 7 สมบัติทางกายภาพของครีมอาบน้ำที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ ในตู้เย็น ในที่มีได้ รีมหน้าต่าง และสลับร้อน-เย็น

สภาวะ	ลำดับที่	คุณสมบัติ							
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH	
อุณหภูมิ 4 °C	0	ไม่แยกชั้น	สีน้ำตาล - เหลือง	กลิ่นอ่อน	M	-	2680	6.33	
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2607	6.56	
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2652	6.50	
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2592	6.57	
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.38	
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2551	6.24	
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2515	6.10	
	ในที่มีด	0	ไม่แยกชั้น	สีน้ำตาล-เหลือง	กลิ่นอ่อน	M	-	2664	6.50
		2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.52
		4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2548	6.51
		6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2480	6.50
		8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2599	6.48
10		ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2547	6.54	
บริเวณริมหน้าต่าง	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2499	6.52	
	0	ไม่แยกชั้น	สีน้ำตาล-เหลือง	กลิ่นอ่อน	M	-	3000	6.53	
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105	6.50	

ตารางที่ 7 สมบัติทางกายภาพของครีมอาบแดดที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดขึ้นเอทานอล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ ในตู้เย็น ในที่มีดริมหน้าต่าง และสลับร้อน-เย็น (ต่อ)

สภาวะ	ลำดับที่	คุณสมบัติ						
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH
สลับร้อน-เย็น	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008	6.48
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013	6.52
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001	6.54
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018	6.40
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100	6.20
	0	ไม่แยกชั้น	สีน้ำตาล-เหลือง	กลิ่นอ่อน	M	-	3000	6.48
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105	6.51
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008	6.52
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013	6.50
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001	6.54
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018	6.51
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100	6.48

หมายเหตุ ความเข้ากัน : Miscible (M), Immiscible (I), การตกตะกอน : - ไม่ตกตะกอน, + ตกตะกอน

ตารางที่ 8 สมบัติทางกายภาพของครีมอาบน้ำที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดต้นโพธิ์สีนํ้าโคลออล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ ได้แก่ ว่างในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มีด รีมหน้าต่าง และ สลัปร้อน-เย็น

สภาวะ	สัปดาห์ที่	คุณสมบัติ						
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH
อุณหภูมิ 4 °C	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	2680	6.33
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2607	6.56
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2652	6.50
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2592	6.57
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.38
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2551	6.24
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2515	6.10
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	2664	6.50
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.52
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2548	6.51
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2480	6.50
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2599	6.48
10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2547	6.54	
12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2499	6.52	
บริเวณริมหน้าต่าง	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3000	6.53
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105	6.50

ตารางที่ 8 สมบัติทางกายภาพของครีมอาบน้ำที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดชนิดโปรพิลีน ไกลคอล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ ได้แก่ วางในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มีได้ รีมหน้าต่าง และ สลับริออน-เย็น (ต่อ)

สภาวะ	สัปดาห์ที่	คุณสมบัติ					
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3000
สลับริออน-เย็น	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100

หมายเหตุ ความเข้ากัน : Miscible (M), Immiscible (I), การตกตะกอน : - ไม่ตกตะกอน, + ตกตะกอน

ตารางที่ 9 สมบัติทางกายภาพของโลชั่นที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ
 ภายในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มีด ริมหั่นต่าง และ สลัปร้อน-เย็น

สภาวะ	สัปดาห์ที่	คุณสมบัติ						
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH
อุณหภูมิ 4 °C	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	2680	6.33
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2607	6.56
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2652	6.50
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2592	6.57
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.38
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2551	6.24
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2515	6.10
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	2664	6.50
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2645	6.52
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2548	6.51
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2480	6.50
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2599	6.48
บริเวณริมหน้าต่าง	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2547	6.54
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	2499	6.52
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3000	6.53
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105	6.50

ตารางที่ 9 สมบัติทางกายภาพของโพลีเมอร์ที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ
วางในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มีด रिमहनांतां और स्लैबร้อน-เย็น (ต่อ)

ลำดับที่	คุณสมบัติ					
	การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)
4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008
6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013
8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001
10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018
12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100
0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3000
2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3105
4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3008
6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3013
8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3001
10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3018
12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3100

สลัปร้อน-เย็น

หมายเหตุ ความเข้ากัน : Miscible (M), Immiscible (I), การตกตะกอน : - ไม่ตกตะกอน, + ตกตะกอน

ตารางที่ 10 สมบัติทางกายภาพของโลชั่นที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดขึ้นโพธิ์หิน โกลคอคอส ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ
 วางในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มืด รีมหน้าต่าง และ สลัปร้อน-เย็น

สภาวะ	สัปดาห์ที่	คุณสมบัติ						
		การแยกชั้น	สี	กลิ่น	ความเข้มข้น	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH
อุณหภูมิ 4 °C	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3301	6.75
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3340	6.65
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3407	6.56
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3345	6.58
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3412	6.48
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3289	7.02
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3254	7.02
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3455	6.55
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3399	6.56
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3460	6.54
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3508	6.53
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3477	6.55
10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3390	6.40	
12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3255	6.78	
บริเวณริมหน้าต่าง	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3508	7.15
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3499	7.15

ตารางที่ 10 สมบัติทางกายภาพของโลชั่นที่มีส่วนผสมของสกัดแก่นมะหาดชั้นโพธิ์สีน โกลคอลล ภายหลังการทดสอบความคงตัวสูตรในสภาวะต่างๆ
วางในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 °C) ในที่มีด रिमหน้าต่าง และ สลัปร้อน-เย็น (ต่อ)

สภาวะ	สัปดาห์ที่	คุณสมบัติ	สี	กลิ่น	ความเข้ากัน	การตกตะกอน	ความหนืด (cPs)	pH
สลัปร้อน-เย็น	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3490	6.99
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3508	7.01
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3446	6.85
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3345	6.88
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3345	6.61
	0	ไม่แยกชั้น	สีเหลืองอ่อน	กลิ่นอ่อน	M	-	3340	6.57
	2	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3407	6.87
	4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3350	6.75
	6	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3297	6.75
	8	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3300	6.57
	10	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3256	6.53
	12	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	M	-	3241	6.21

หมายเหตุ ความเข้ากัน : Miscible (M), Immiscible (I), การตกตะกอนตอน : - ไม่ตกตะกอน, + ตกตะกอน

จากการทดสอบความคงตัวโดยศึกษาสมบัติเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ครีมพื้นมีความคงตัวดี เนื้อครีมละเอียดมีสีขาวขุ่น ขณะที่มีความสม่ำเสมอของเนื้อครีมกระจายตัวได้ดี เคลี่ยได้ง่าย สามารถซึมสู่ผิวและเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวได้เป็นเวลานาน มี pH ประมาณ 6.55 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับ pH ของผิวหนัง สามารถใช้กับผิวหนังได้ ซึ่งผิวหนังมี pH ประมาณ 4-6 (Leelapornpisid, 2008) เมื่อนำสูตรครีมพื้นที่มีสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดมาทำการเติมผงมะหาด 2 % w/w

จากนั้นนำผงแก่นมะหาดที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายโพรพิลีน โกลคอลและเอทานอล นำมาผสมในผลิตภัณฑ์ ในสภาวะต่างๆ เพื่อทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่ง 4 สภาวะดังกล่าว ได้แก่ วางไว้ในตู้เย็น ในที่มีแดด วางไว้ริมหน้าต่าง และสลับร้อน-เย็น พบว่า ลักษณะของเนื้อครีมขัดผิว การแยกชั้น สี กลิ่น ความชุ่มชื้น ความเข้ากัน และการตกตะกอน ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนค่าพีเอชและค่าความหนืดของสูตรตำรับผลิตภัณฑ์สครับขัดผิวหลังการทดสอบค่าความคงตัว มีค่าลดลงเกือบทุกสภาวะ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารต่างๆ เกิดการรวมตัวเข้ากันเป็นอย่างดี และการใช้สภาวะเร่ง Heating-Cooling Cycle ทำการทดสอบทั้งหมด 6 รอบ ผลปรากฏว่า เนื้อครีมไม่เกิดการแยกชั้นและตกตะกอน เนื้อครีมมีลักษณะเรียบเนียน สีของเนื้อครีมมีลักษณะสม่ำเสมอ จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพของครีมพื้นสูตรตำรับครีมอาบน้ำ ตารางที่ 7 พบว่า ครีมเบสมีความคงตัวดี เนื้อครีมละเอียดมีสีขาวขุ่น ขณะที่มีความสม่ำเสมอของเนื้อครีมกระจายตัวได้ดี เคลี่ยได้ง่าย ฟองนุ่ม ล้างออกง่าย เมื่อนำสูตรครีมพื้นที่มีสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดมาทำการเติมสารสกัดแก่นมะหาดชั้นเอทานอลและสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน โกลคอล ที่มีความเข้มข้นประมาณ 2% w/w ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8

จากการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ของโลชั่นที่มีส่วนผสมของสารสกัดแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน โกลคอล และชั้นเอทานอล เนื้อครีมละเอียด มีความนุ่มลื่น กระจายตัวได้ง่ายบนผิว ความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาภายหลังการเตรียม การเก็บอิมัลชันไว้นานจะทำให้ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น ผลการเปลี่ยนแปลงของพีเอช ไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของโลชั่น ดังตารางที่ 9 และ 10

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบฤทธิ์การตรวจสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดในชั้นเอทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสสูงกว่าสารมาตรฐานโคจิก 2.5 เท่า ในขณะที่สารสกัดด้วยโพรพิลีน โกลคอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งน้อยกว่า (เทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก, IC_{50} เท่ากับ 25.60 ± 0.15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสารสกัดหยาบมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay พบว่า สารสกัด จากแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน โกลคอลและชั้นเอทานอล พบว่า ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอช ได้ที่ 50 % เท่ากับ 0.87 ± 0.05 และ 2.04 ± 0.43 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยังพบว่าสารสกัดจากแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน โกลคอลและชั้นเอทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี 12.19 และ 5.20 เท่า ตามลำดับ และ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (Total Phenolic Compound) จากสารสกัดหยาบ แก่นมะหาด พบว่า สารสกัดหยาบของสารสกัดหยาบแก่นมะหาดชั้นโพรพิลีน ไกลคอลและชั้นเอทานอล ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมเท่ากับ 836.04 ± 3.55 และ 590.08 ± 9.24 mg mg GAE/g Extract ตามลำดับ

จากการพัฒนาตำรับสูตรเครื่องสำอางทั้ง 3 สูตร พบว่า ได้สูตรตำรับที่มีความคงตัวทางกายภาพดี เนื้อครีมไม่เปลี่ยนแปลง กระจายตัวได้ง่ายบนผิว การทดสอบความคงตัวที่สภาวะต่างๆ พบว่าค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอิมัลชันเป็นระบบที่ไม่คงตัวทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamically Unstable System) ซึ่งพบว่าความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาภายหลังการเตรียม การเก็บอิมัลชันไว้นานจะทำให้ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น ผลการเปลี่ยนแปลงของพีเอช ไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการประเมินแบบสอบถามในการทดสอบความพึงพอใจของอาสาสมัคร โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ได้แก่ ความชอบโดยรวม ความชอบด้านสี กลิ่น ความหนืด ความเหนอะหนะบนผิว การแผ่กระจายบนผิว ความเรียบเนียน และความรู้สึกร้อนบนผิวหนัง โดยใช้มาตรวัดเป็น Scale มีค่าตั้งแต่ 0-10 คะแนน มีเกณฑ์ในการคิดค่าความพึงพอใจเป็นระดับคะแนนเฉลี่ย ต่อดำรับ
2. ควรมีการทดสอบการแพ้ การระคายเคืองจากการใช้ผลิตภัณฑ์
3. ควรเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของแก่นมะหาดและการหาปริมาณสารสำคัญด้วย Standard Marker หรือ HPLC เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

References

- Chaovanalikit, A. (2004). Anthocyanins, total phenolics, and antioxidant capacity of bluehoneysuckles. In *Abstracts and A CD articles of The 30th Congress on Science and Techonology of Thailand*, October 19-21, 2004. Impact Exhibition and Convention Center, Muang Thang Thani, Bangkok, Thailand.
- Durkee, A. B., & Thivierge, P. A. (1977). Ferulic acid and other phenolics in oat seeds (*Avena sativa* L. var. Hinoat). *J. Food Sci.* 42:551-552.
- Hasitapan, K. (2014). *Artocarpus lakoocha* -Skin whitening agents. *GPO R&D Newsletter*. 21(1):7, 9 (Jan -March). (in Thai)

- Hanpanitcharoen M. (2003). Skin whitening agents. *UAC Journal*. 11(4). (in Thai)
- Hongphatkiri T. (2005). *Study on enhancement of free-radical scavenging property of tropical-fruit wines with herbs and spices*. Department of Industrial Works. Ministry of Industry. (in Thai)
- Hung Huat Com.,Ltd., (2010). *DIY Skin Lotion / Cream Formulas*.
- Khwunakaphan M. (2012). *Inhibition of the enzyme tyrosinase of the extract from licorice vine Thailand*. Individual Study, Master of Science, School of Cosmetic Science. Mae Fah Luang University. Chiang Rai. (in Thai)
- Kiselova, Y., Ivanova, D., Chervenkov, T., Geroval, D., Galunska, B., & Yankova, T. (2006). Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs. *Phytotherapy Res*. 20: 961–965.
- Leelapornpisid, P. *Cosmetic for Skin*. 2nd ed. Bangkok. Odeon Store. (in Thai)
- Maneechai, S., Likhitwitayawuid, K., Sritularak, B., Palanuvej, C., Ruangrunsi, N. & Sirisa-ard, P. (2009). Quantitative analysis of oxyresveratrol content in *Artocarpus lakoocha* and ‘Puag-Haad’. *Med.Princ. Pract*. 18: 223-227.
- Muangngam, S. (2012). *Efficiency of Naringi crenulata (Roxb.) Nicolson and Coix lacryma-jobi Linn crude extracts for tyrosinase inhibition*. Thesis, Master of Science, Valaya Alongkorn Rajabhat University. (in Thai)
- Paeratanakul, O. (2011). Skin whitening agents. *The Journal of the Royal Institute of Thailand*. 36 (3): Jul.-Sep. (in Thai)
- Papadimitriou, V., Sotiroidis T.G., Xenakis A., Sofikiti N., Stavyiannoudaki V. and Chaniotakis N.A. (2006). Oxidative stability and radical scavenging activity of extra virgin olive oils by using Electron Paramagnetic Resonance spectroscopy. *Anal. Chim. Acta*, 573-574.

ผู้เขียน

กัลยาภรณ์ จันตรี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ. สิรินคร 228-228/1-3 ถ.สิรินคร

แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กทม. 10300

e-mail : kung9161@hotmail.com

