

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไขมันสกัดจากเมล็ดโกโก้ และการใช้ประโยชน์ของไขมันโกโก้ทางยาและเครื่องสำอาง

พานี ศิริสะอาด^{*§}, สุพร จารุมณี^{*}, ศิริวิภา ปิยะมงคล^{*}, สันต์ ละอองศรี[†], เกียรติศักดิ์ พลสงคราม[‡]

^{*} คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[†] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[‡] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ ตำบลหนองป่าครั่ง อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50000

[§] ผู้รับผิดชอบบทความ: pmpati008@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศึกษาคุณภาพของการใช้น้ำมันโกโก้ที่ผลิตในประเทศ โดยสกัดจากเมล็ดโกโก้ ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและยา ประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ ผลการศึกษาพบว่า โกโก้พันธุ์ลูกผสม I.M.1 มีขนาดของฝักกว้างเฉลี่ย 7.43 เซนติเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 13.44 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยต่อฝัก 253.42 กรัม และมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝัก 31.35 เมล็ด ให้เมล็ดที่สมบูรณ์ มีอัตราส่วน น้ำหนักเมล็ดโกโก้สดต่อน้ำหนักเมล็ดโกโก้แห้งเท่ากับ 3:1 ในการสกัดไขมันจากเมล็ดโกโก้ ได้เนยโกโก้ 33% (โดยน้ำหนัก) เมื่อศึกษาองค์ประกอบโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีด้วยเครื่อง GC-FID[®] พบว่ากรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ กรดสเตียริก (C18:0) ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 37.47% และทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพหรือความแข็งของเนยโกโก้ โดยกรดไขมันที่มีความสำคัญในด้านบำรุงผิวพรรณ ได้แก่ กรดโอเลอิก (35.22%) และ ไลโนเลอิก (2.78%) เนยโกโก้ มี 3 รูปผลึก คือ β (34.7°C), β' (27.8°C) และ γ (3°C) โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูป β ซึ่งคงตัวมากกว่ารูปผลึกอื่น ณ อุณหภูมิห้อง (28 ± 2°C) ปริมาณพอลิฟีนอล ของเนยโกโก้ที่สกัดด้วยวิธีอัลตราซาวด์เท่ากับ 2.47 ± 0.04 (mg GAE/100g) ค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.12 ± 0.01 (mg/mL) และค่า TEAC มีค่า 72.61 ± 5.00 (mM Trolox/100g) เนยโกโก้ที่สกัดได้พัฒนาเป็นยาพื้นยาเหน็บทวารแอสไพรีน มีลักษณะผิวภายนอกที่ดี ผิวเรียบ ผ่านลักษณะภายใน ด้วยมีเนื้อกระจายสม่ำเสมอ การแตกตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือ ไม่เกิน 30 นาที การเตรียมครีมโกโก้ โดยใช้ตัวทำอิมัลชัน ประเภทสบู่ สามารถเกิดครีมเนื้อเบา มีความคงตัวดี ทางกายภาพ ตลอดระยะเวลาศึกษาใน 6 สภาวะ ในระยะเวลา 3 เดือนที่ศึกษา การใช้ประโยชน์จากเนยโกโก้จากต้องเตรียมสารด้านการหั่นเนื่องจากเนยโกโก้ จะถูกออกซิไดส์ได้ง่าย และควรเก็บรักษาในที่เย็น ที่มีดioxidant การวิจัยต่อไป ควรวิเคราะห์ความคุ้มค่า ศึกษาการขยายการผลิต เพื่อให้มีเพียงพอต่อการใช้ในอนาค โดยทดแทนเนยโกโก้ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

คำสำคัญ: เนยโกโก้, ไขมันโกโก้, เครื่องสำอางจากโกโก้, เมล็ดโกโก้, การสกัดโกโก้

Physicochemical Studies of Fat Extracted from Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Seeds and Its Use in Drug and Cosmetic Production

Panee Sirisa-ard^{*,§}, Suporn Charumanee^{*}, Sirivipa Piyamongkol^{*}, San Laongsri[†], Kiatisak Polsongklam[‡]

^{*}Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University, Suthep Sub-District, Mueang District, Chiang Mai 50200, Thailand

[†]Faculty of Agricultural Production, Maejo University Nong Han Subdistrict, San Sai District, Chiang Mai 50290, Thailand

[‡]Faculty of Science, Payap University, Nong Pa Khrang Sub-District, Mueang District, Chiang Mai 50000, Thailand

[§]Corresponding author: pmpti008@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were to study the potential of domestically produced cocoa butter extracted from cocoa seeds, explore physicochemical properties, develop and evaluate cocoa-derived cosmetics and pharmaceutical products. The study found that the average size of cocoa pod c.v. I.M.1 hybrid was 7.43 cm wide and 13.44 cm long with the average weight of 253.42g. The pod appearance was healthy and contained about 31.35 seeds per pod. The ratio of the weight of fresh to dried cocoa seeds was 3:1. Oil extraction from cocoa seeds yielded 33% (w/w) cocoa seed oil. The highest fatty acid component in cocoa butter was stearic acid (C18:0), with the amount of 37.47% that influenced the physical appearance of the oil to be solid. In addition, other components were oleic acid (35%) and linoleic acid (3%), which possess skin-nourishing property. Cocoa butter existed in 3 polymorphs, i.e. β - (34.7 °C), β' - (27.8 °C) and γ -form (38 °C); and the β -form was the most stable and most abundant at room temperature (28 °C). The amount of polyphenols in cocoa butter obtained by screw-pressed method was 2.25 ± 0.04 mg gallic acid equivalent per 100g cocoa butter. The 50% inhibition constant was 0.12 ± 0.01 mg/mL and Trolox equivalent antioxidant activity was 72.61 ± 5.00 mM Trolox per 100g cocoa butter. Cocoa butter was used as base in the formulation of aspirin suppository. The product appeared to be smooth and shiny from the outside. When the product was cut into half, aspirin spread homogeneously all over the product. The product disintegrated within 30 min, which is within the standard range. Furthermore, cocoa butter was added into cream base for cosmetic production using soap as an emulsifying agent. The product texture was light, creamy, and physically stable in six storage conditions for 3 months. It was suggested that an anti-rancidity agent should be added into the product as cocoa butter can be oxidized and kept in a dark and cool place. It is recommended that a further study on the cost-effectiveness analysis should be undertaken and more cocoa butter production should be supported to replace imported cocoa butter in the future.

Key words: cocoa butter, theobroma (cocoa) oil, cocoa-derived cosmetic, cocoa seed, cocoa extraction

บทนำและวัตถุประสงค์

โกโก้จัดเป็นพืชเครื่องดื่ม (beverage crop) ที่มีถิ่นกำเนิดในป่าฝนเขตร้อน (lowland tropical forest) บริเวณลุ่มน้ำเมซอนตั้งแต่ประเทศเม็กซิโก

จนถึงเปรู เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง เจริญในที่ที่มีร่มไม้ใหญ่ช่วยบังแสงแดด และความชื้นสูง^[1] มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Theobroma cacao* L. อยู่ในตระกูล Sterculiaceae เป็นพืชที่ออกดอกตามลำต้น

(auliflower) หรือตามกิ่งแก่ (ramiflower) หลังเกิดการผสมเกสร ผล (ฝัก) โกโก้จะเริ่มพัฒนาจนกระทั่งแก่ใช้เวลาประมาณ 5-6 เดือน ผลมีหลายขนาด และหลายสีตามชนิดพันธุ์ ขนาดความยาวของผล พบตั้งแต่ 30-40 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวเมื่อสุกจะมีสีเหลือง ขณะที่ผลอ่อนมีสีแดงเข้ม เมื่อสุกจะมีสีส้ม จำนวนเมล็ดโกโก้ใน 1 ผล (ฝัก) พบ 20-25 เมล็ด และเนื้อในเมล็ด (kernel) มีสีขาวถึงม่วงเข้มเมื่อแก่จัด^[2] ขณะที่ผลสุกเนื้อเยื่อบริเวณภายนอกของ integument จะผลิตชั้นของ prismatic cell ประกอบด้วยน้ำตาล และเมือก เมล็ดโกโก้แต่ละเมล็ดจะถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อและเมือก เมือกหุ้มเมล็ดเหล่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นหอมของช็อกโกแลต หลังจากหมักเมล็ดโกโก้สมบูรณ์^[3] โกโก้ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2446 โดยหลวงราชเคนกร ต่อมากรมส่งเสริมการเกษตรได้ส่งเสริมให้เกษตรกรทางภาคใต้ปลูกเป็นพืชแซมสวนมะพร้าว สวนปาล์ม และสวนยางพารา ปัจจุบันเกษตรกรภาคตะวันออกปลูกโกโก้เป็นพืชแซมสวนเงาะ สวนทุเรียน และสวนลองกอง เพื่อทดแทนการนำเข้าโกโก้ที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม นม เบเกอรี่ ยา เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมยาสูบ^[4]

เนยโกโก้ (cocoa butter หรือ theobroma oil)^[5] มีลักษณะเป็นไขมันสีขาวอมเหลืองที่ได้จากการสกัด หรือคั่วเมล็ดโกโก้ โดยหลังจากกำจัดส่วนของเปลือกเมล็ด (shell) ออก จะพบส่วนของใบเลี้ยงด้านใน (nib) ที่มีปริมาณเนยโกโก้สูงถึง 55% คุณสมบัติ: สีขาวอมเหลือง กลิ่นช็อกโกแลต เนียนนุ่มนวล ไม่ระคายเคือง จุดหลอมเหลว 30-36 °C จึงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง หากอุณหภูมิห้องสูง ส่วนประกอบเนยโกโก้เป็น unsaturated triglycerides ได้แก่ glyceryl esters ของ stearic acid, palmitic

acid, oleic และ fatty acids อื่นๆ ลักษณะสำคัญคือมี unsaturated triglyceride จึงมี polymorphism หรือมีหลายรูปผลึก เมื่อหลอมด้วยอุณหภูมิต่างกัน ปล่อยให้เย็นลงจะได้ผลึกแตกต่างกันคือ β form มีจุดหลอมตัว (m.p.) 30-35 °C, solidification point เท่ากับ 28 °C แต่ถ้าหลอมเกิน 36 °C หรือจนใส่ β form จะถูกทำลายเกิดผลึกชนิด γ form หรือ Sub- α m.p. 15 °C ซึ่งคงตัวน้อยที่สุด และถ้าทิ้งไว้จะเปลี่ยนเป็น α form m.p. 24 °C, β' form m.p. 25-31 °C สำหรับ β เป็นรูปแบบที่มีความคงตัวมากที่สุด (m.p. 30-35 °C, solidification point เท่ากับ 28 °C) ด้วยลักษณะที่มีความนุ่มนวล ไม่ระคายเคือง จึงนิยมใช้ในการเตรียมเครื่องสำอางและยาเหน็บทวารเพราะไขมันที่ได้จากผลโกโก้ ให้คุณสมบัติเป็นสารทำให้ชุ่มและชุ่มชื้น (emollient) ป้องกันการระคายเคือง ปัจจุบันในเมืองไทยเริ่มมีการปลูกโกโก้มากขึ้นเพื่อส่งผลผลิตไปโรงงานผลิตโกโก้ ช็อกโกแลต และสินค้าแปรรูปต่างๆ จึงควรส่งเสริมให้มีการนำผลโกโก้มาใช้ประโยชน์ทางยาและเครื่องสำอาง เพื่อสร้างมูลค่าของผลโกโก้มากยิ่งขึ้น

การศึกษานี้มีแนวคิดที่จะพัฒนากลุ่มไขมันจากเมล็ดโกโก้ เพื่อใช้เป็นยาพื้นยาเหน็บทวาร สำหรับใช้ในการเรียนการสอนทางเภสัชกรรม โดยเนยโกโก้เป็นไขมันต้นแบบที่มีรูปพหุสัณฐาน อีกทั้งในปัจจุบันมีการนำไขมันจากพืชมาใช้ในเครื่องสำอางบำรุงผิวมากขึ้น ประกอบกับมีการส่งเสริมการปลูกโกโก้ทั้งจากภาครัฐ และภาคเอกชนจำนวนมาก สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย จากการส่งเสริมดังกล่าวเมื่อโรงงานแปรรูปนำเมล็ดโกโก้แห้งเข้าสู่กระบวนการผลิตช็อกโกแลต ในกระบวนการผลิตจะมีเนยโกโก้เหลืออยู่จำนวนมาก การศึกษานี้จะประเมินคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไขมัน

ที่ได้จากการสกัดเมล็ดโกโก้ คือเนยโกโก้ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยา ได้แก่ ยาเหน็บทวารแอลไพริน และ เครื่องสำอางบำรุงผิว เพื่อทดสอบการใช้ประโยชน์ ทดแทนการนำเข้า ลดการขาดดุลการค้าของประเทศได้

ระเบียบวิธีศึกษา

1. วัสดุ

1.1 การจัดการวัตถุดิบ

คัดเลือกต้นโกโก้พันธุ์ลูกผสม I.M.1 (*Theobroma cacao* L.) อายุต้นประมาณ 15 ปี จำนวน 10 ต้น จากแปลงวิจัยโกโก้ สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ สุ่มตรวจวัดฝักโกโก้ ทุกเดือนจนกว่าฝักจะแก่จัด ตรวจวัดคุณภาพผล และพัฒนาการของเมล็ด หมักเมล็ดโกโก้ให้สมบูรณ์ หีบน้ำมัน/เนยโกโก้โดยเครื่องอัดเกลียว กรองเอาไขมันออกจากกากด้วยกระดาษกรอง เมื่อตั้งทิ้งให้เย็น จะได้เนยโกโก้ ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ^[5]

1.2 อุปกรณ์ในการหมักเมล็ดโกโก้

เมล็ดโกโก้พันธุ์ลูกผสม I.M.1, ใบตอง, บ้าย, กล้องดิจิทัล, กระดัง, ตู้อบ, เตอบ, ไมโครเวฟ, กระทะทองเหลือง, ครกหิน, อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล, ตะกร้าไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 44 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร

2. วิธีการศึกษา

2.1 การวัดคุณสมบัติทางความร้อนของเนยโกโก้

ใช้เครื่องวัดคุณสมบัติทางความร้อน ด้วย Differential Scanning Calorimetry (DSC) Mettler

Toledo DSC 1[®]

2.2 การศึกษาปริมาณกรดไขมันของเนยโกโก้

ใช้วิธีแก๊สโครมาโทกราฟีด้วยเครื่อง GC-FID[®] วิธี in house method

2.3 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเนยโกโก้

- การหาปริมาณฟอลิฟินอลทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu method^[6] คำนวณในเทอม mg of gallic acid equivalent ต่อ 100 g โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน

- การศึกษาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของเนยโกโก้ ด้วยวิธี DPPH free radical scavenging assay^[6] ผลการทดลองโดยวิธี DPPH นำมาคำนวณค่า TEAC โดยใช้สารละลาย trolox เป็นสารมาตรฐาน

- การหาคุณสมบัติทางเคมีของเนยโกโก้ ยกตัวอย่างการหาค่าคงที่ของไขมัน เช่น ค่าไอโอดีน (iodine value), ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value), ค่ากรด (acid value), ค่าสะaponิฟิเคชัน (saponification value) และปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid content)^[7]

2.4 การพัฒนาครีมจากเนยโกโก้

ครีมบำรุงผิวที่เตรียมมี 2 สูตร โดยจะแตกต่างกันที่ปริมาณสารในสูตร วิธีเตรียม โดยแยกละลายสารผสมที่เข้ากันได้ด้วยกัน แบ่งเป็นวัฏภาคน้ำ โดยผสมสารที่เข้ากับน้ำ ให้ความร้อนจากไอน้ำร้อน จนได้อุณหภูมิ 65°C ส่วนที่เข้ากันกับวัฏภาคน้ำมันผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนจากไอน้ำร้อน จนได้อุณหภูมิ 60°C เทวัฏภาคน้ำมันลงในวัฏภาคน้ำ คนบนเตาประมาณ 5 นาที นำไปปั่นต่อด้วย เครื่องปั่นที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที จนครีมเย็นลง ปิดฝา ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ส่วนประกอบของครีม ได้แก่ เนยโกโก้ ซึ่งจัดเป็นสารสำคัญ หรือตัวยา ใช้ปริมาณ 10% โดยน้ำ

หนัก สารประกอบอื่น ได้แก่ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท (glyceryl monostearate) สเตียริล แอลกอฮอล์ (stearyl alcohol) กรดสเตียริก (stearic acid) ไอโซโพรปิล ไมริสเทท (isopropyl myristate) ซิลิโคน ออย (silicone oil) วิตามินอี อะซิเตท (vitamin E acetate) น้ำมันอะโวคาโด (avocado oil) น้ำมันแร่ (mineral oil) โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) ไตรเอทานอลามีน (triethanolamine) คอนเซนเตรท พาราเบน (concentrate paraben) น้ำกลั่น (distilled water) โดยสูตรที่ 1 (c1) ไม่มีน้ำมันอะโวคาโด และ น้ำมันแร่ สูตรที่ 2 (c2) มีน้ำมันอะโวคาโดและน้ำมันแร่ โดยมีไขมันธรรมชาติจากกระบก เป็นสารเทียบในปริมาณเท่ากัน เป็นครีมเบส การประเมินประสิทธิภาพของครีม โดยการวัดค่ากรด-ด่าง (pH) ความเป็นเนื้อเดียวกัน สีของครีม วัดค่าฟีนอลิกโดยรวมของครีม ผลที่ได้นำมาคัดเลือกครีมเพียง 1 สูตร นำมาศึกษาความคงสภาพของครีมทางกายภาพตั้งแต่เริ่มผลิต และเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในสภาวะอุณหภูมิห้อง $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, อุณหภูมิ 4°C , อุณหภูมิ 30°C ความชื้น 65% อุณหภูมิ 40°C ความชื้น 75% และอุณหภูมิ 45°C และสลับการเก็บรักษาระหว่างอุณหภูมิ 4°C นาน 48 ชม. และ 45°C นาน 48 ชม. จำนวน 6 รอบ

2.5 การพัฒนายาเหน็บ (suppositories) จากเนยโกโก้

การศึกษาคงความเป็นไปได้ในการนำเนยโกโก้มาพัฒนาเป็นยาพื้นในยาเหน็บ เริ่มจากการศึกษาการแทนที่ของตัวยาในยาพื้นยาเหน็บ โดยใช้ตัวยาชนิดต่างๆ ผสมกับเนยโกโก้โดยวิธีหลอมละลาย (fusion method)^[5] ก่อนทดลองแม่พิมพ์ยาเหน็บ ซึ่งนำหนักยาเหน็บ คำนวณค่าการแทนที่ของตัวยาในยาพื้น ยาเหน็บหรือเนยโกโก้ การหาการแทนที่ของตัวยาใน

ยาพื้น cocoa butter (displacement value, DV) เพื่อศึกษาความสามารถในการเตรียมยาเหน็บ โดยยา DV เป็นค่าปริมาณตัวยาที่แทนที่ยาพื้น 1 กรัม เพื่อจะได้ทราบน้ำหนักยาพื้นทั้งหมดที่ต้องใช้ หลักการเริ่มจากการหาน้ำหนักของยาเหน็บที่มียาพื้นอย่างเดียวจำนวน 6 แท่ง (a มก.) แล้วหาน้ำหนักของยาเหน็บที่มีตัวยายู่ 40% ของยาพื้นจำนวน 6 แท่ง (b มก.) จึงจะทราบปริมาณยาพื้นที่ใช้สำหรับเตรียมยาเหน็บ 6 แท่ง (b-d=c มก.) โดยตัวยาในยาเหน็บ 6 แท่ง เท่ากับ d มก. ดังนั้น ค่า $DV = d/(a-c)$, $a-c =$ น้ำหนักยาพื้นที่ถูกแทนที่ด้วยตัวยา d มก. ค่า DV เป็นค่าคงที่เฉพาะยาพื้นและตัวยา ตัวยาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แอสไพริน (aspirin) บิสมัท ซับแกเลท (bismuth subgallate) กรดบอริก (boric acid) ไดโคลฟีแนค (diclofenac) ไฮโดรคอร์ติโซนอะซิเตท (hydrocortisone acetate) พาราเซตามอล (paracetamol) พรีซิปีเตด ซัลเฟอร์ (precipitated sulfur) ซาลิไซลิก แอสิด (salicylic acid) ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) และ ซิงค์ซัลเฟต (zinc sulfate) ยาเหน็บที่ใช้แอสไพริน 500 มิลลิกรัมเป็นตัวยาลำคัญ จะใช้เป็นตัวแทนของยาเหน็บ นำมาศึกษาการแตกตัวในน้ำ ที่อุณหภูมิ 37°C เพื่อดูการแตกตัวของยาเหน็บภายในเวลาที่กำหนด

ผลการศึกษา

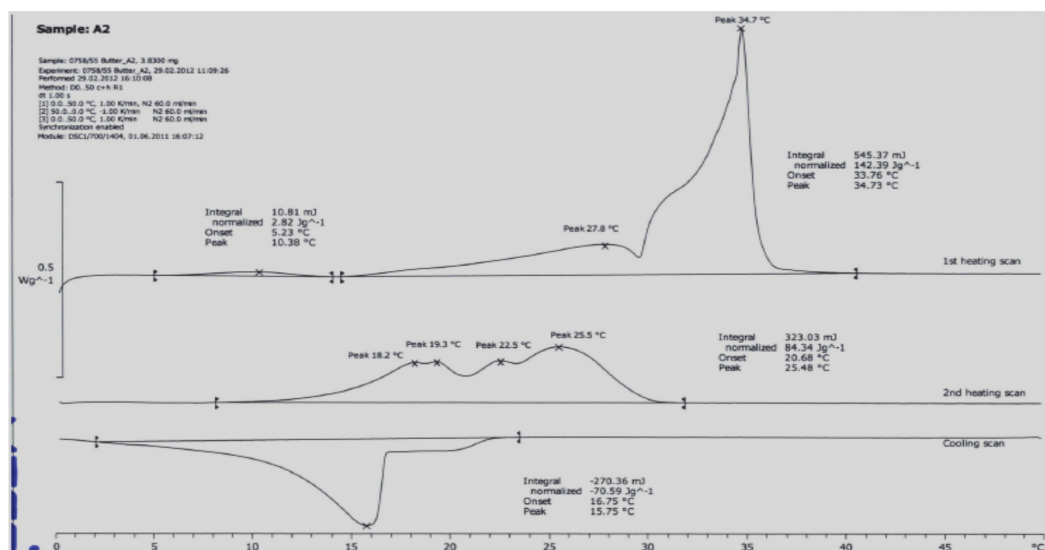
1. ลักษณะของฝักโกโก้ที่ใช้ในการทดลอง (characteristics of cocoa pod) ได้ค่าเฉลี่ย ขนาดผล กว้าง $\times$ ยาว เป็น $7.43 \pm 0.9160 \times 13.44 \pm 1.3939$ (ซม.) น้ำหนักเฉลี่ยต่อฝัก 253.42 ± 86.1377 กรัม ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดเท่ากับ 31.55 ± 8.8572 เมล็ด ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ด รวม 66.43 ± 18.8540 กรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ขนาดของผล น้ำหนักผล จำนวนเมล็ดต่อผล และน้ำหนักเมล็ดต่อผลของผลโกโก้ที่ใช้ในการทดลอง

ผลที่	ขนาดของผล (cm)		น้ำหนักผล (g)	จำนวนเมล็ดต่อผล (เมล็ด)	น้ำหนักเมล็ดต่อผล (g)
	กว้าง	ยาว			
1	6.90	13.50	157.85	47	82.74
2	9.20	15.42	389.20	36	95.48
3	6.90	16.52	250.86	30	66.57
4	5.99	12.67	187.26	36	38.66
5	6.27	12.27	155.69	29	90.92
6	6.36	12.02	161.96	23	36.31
7	7.05	13.67	292.09	45	87.28
8	8.01	11.95	253.96	20	52.79
9	7.13	13.92	264.58	26	51.79
10	8.70	15.81	397.79	42	116.75
11	7.48	12.89	221.31	20	32.95
12	8.17	12.91	300.49	32	75.56
13	8.48	12.12	342.99	26	62.11
14	7.90	15.88	369.70	26	50.18
15	8.50	13.52	387.93	27	64.27
16	6.27	12.27	155.69	16	25.90
17	7.66	12.32	291.95	31	67.02
18	6.40	12.85	156.18	42	61.69
19	7.58	13.05	193.18	42	104.05
20	7.37	13.39	209.85	31	65.49
average	7.43	13.44	253.42	31.55	66.43
S.D.	0.9160	1.3939	86.1377	8.8572	18.8540

2. คุณสมบัติทางความร้อนของเนยโกโก้ที่สกัดได้ (thermogram of cocoa butter) ในการผ่านความร้อนครั้งที่ 1 (first heating run) เกิด endothermic peak ที่อุณหภูมิ 10.38 °C, 27.8 °C และ 34.7 °C (ภาพที่ 1) แสดงว่ามีรูปผลึกอย่างน้อย 3 ชนิด โดยคาดว่าน่าจะมีอยู่ในรูป γ , β' และ β พบว่าเนยโกโก้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปผลึก β เป็นหลัก เมื่อผ่านความร้อนครั้งที่สอง (second heating run) ในลักษณะเดียวกับครั้งแรก แต่กลับพบว่าอุณหภูมิของ

การหลอมเหลวใน 2nd heating scan ส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าใน 1st heating scan นั่นคือ 19.3 °C, 22.5 °C และ 25.5 °C ตามลำดับ โดยคาดว่าน่าจะเป็นเพราะมีการเปลี่ยนไปเป็นรูปผลึกอื่นที่มีความคงตัวน้อยลง และเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงในช่วง 15.75 °C-16.75 °C ผลึกเหล่านี้จะเกิดรูปผลึกใหม่ (recrystallization) อย่างไรก็ดีตาม เมื่อระยะเวลาผ่านไป เนยโกโก้ก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูปที่คงตัวมากขึ้น (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เทอร์โมแกรมของเนยโกโก้

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดไขมันของไขมันโกโก้ สกัดวิธีอัดเกลียว

กรดไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละ)
กรดบิวทีริก (butyric acid)	-
กรดคาโปรอิก (caproic acid)	-
กรดคาพริลิก (caprylic acid)	-
กรดคาพริก (capric acid)	-
กรดลอริก (lauric acid)	-
กรดไมริสติก (myristic acid)	0.10
กรดไมริสโตเลอิก (myristoleic acid)	-
กรดปาล์มมิติก (palmitic acid)	22.55
กรดปาล์มมิตอเลอิก (palmitoleic acid)	-
กรดมาร์การิก (margaric acid)	0.19
กรดสเตียริก (stearic acid)	37.47
กรดโอเลอิก (oleic acid)	35.22
กรดไลโนเลอิก (linoleic acid)	2.78
กรดไลโนเลอิก (gamma-Linolenic acid)	-
กรดไลโนเลนิก (linolenic acid)	0.13
กรดอะราคิติก (arachidic acid)	1.23
กรดอะราคิโดนิก (arachidonic acid)	-
กรดเบเฮนิก (behenic acid)	0.23
กรดลิโนเซอร์ริก (lignoceric acid)	0.11

3. การวิเคราะห์กรดไขมันของเนยโกโก้ เมื่อนำเนยโกโก้วิเคราะห์ค่าชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ (fatty acid content of cocoa butter) จะพบว่ามีความกรดไขมันหลายชนิด (ตารางที่ 2) โดยมีกรดสเตียริก 37.47% รองลงมาเป็นกรดโอเลอิก 35.22% และกรดปาล์มมิติก 22.55%

กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) 2.78% กรดอะราคิติก (arachidic acid) 1.23% กรดเบเฮนิก (behenic acid) 0.23% กรดมาร์การิก (margaric acid) 0.19% กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) 0.13% กรดลิโนเซอร์ริก (lignoceric acid) 0.11% กรดไมริสติก (myristic acid) 0.10%

4. คุณลักษณะทางเคมีของเนยโกโก้ (ตารางที่ 3) จะเห็นว่าเนยโกโก้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบว่าเนยโกโก้มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 1.58 กรัม/100 กรัม ซึ่งแสดงว่าสามารถนำเนยโกโก้ไปใช้เป็นส่วนประกอบทางยา หรือเครื่องสำอางที่มีคุณสมบัติที่ดีได้ แต่เนยโกโก้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยากับตัวยา หรือองค์ประกอบในตำรับที่เป็นต่าง

ตารางที่ 3 คุณสมบัติบางอย่างของเนยโกโก้

คุณสมบัติ	ปริมาณ
1. ปริมาณพอลิฟีนอล (mg GAE/100g)	2.47 ± 0.04
2. IC ₅₀ (mg/mL)	0.12 ± 0.01
3. TEAC (mM trolox/100g)	72.61 ± 5.00
4. ค่ากรด (mg KOH/g)	3.16 ± 0.03
5. ปริมาณกรดไขมันอิสระ (g/100g)	1.58 ± 0.02
6. ค่าไอโอดีน (g I ₂ /100g)	32.49 ± 0.2
7. ค่าเพอร์ออกไซด์ (mEq/kg)	2.94 ± 0.00
8. ค่าสะปอนิฟิเคชัน (mg KOH/g)	175.81 ± 4.91

นอกจากนี้ การที่เนยโกโก้มีค่าไอโอดีนสูงถึง 32.49 ± 0.2 กรัม/100 กรัม อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหืนได้ง่าย อาจจะต้องพิจารณาเติมสารกันหืนเข้าไปในตำรับด้วย

5. การพัฒนาครีมเนยโกโก้ และความคงสภาพของครีม ได้มีการเปรียบเทียบปริมาณสารกลุ่มพอลิ-

ตารางที่ 4 ปริมาณพอลิฟีนอลของครีมเบส b1, b2 และครีมโกโก้ c1 และ c2

ตัวอย่าง	ปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/100g)
Cream base, b1	273.26 ± 11.27
Cream base, b2	377.58 ± 12.19
Cocoa butter cream, c1	282.45 ± 18.31
Cocoa butter cream, c2	294.76 ± 13.85

ฟีนอลในครีมบำรุงผิวที่พัฒนาขึ้นมา จำนวน 2 สูตร (b1 & b2) เทียบกับครีมเบสที่มีเนยโกโก้ จำนวน 2 สูตร (ตารางที่ 4) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณ และต่างก็มีคุณสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระได้ เมื่อนำ cocoa butter c2 มาศึกษาความคงตัวตามสภาวะกำหนด พบว่า ครีม c2 มีความคงตัว

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมโกโก้ c2 ก่อนและหลังการทดสอบความคงตัว

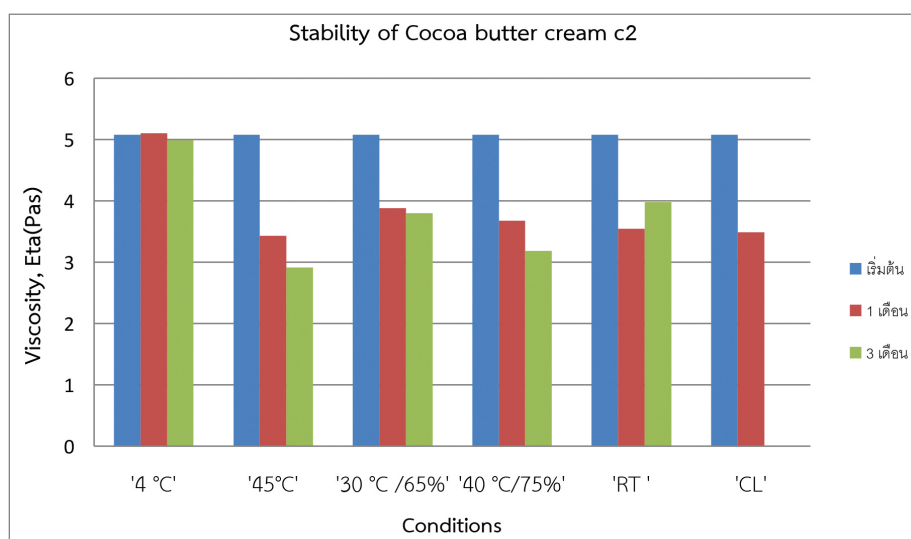
หัวข้อที่ใช้ประเมิน	ก่อนทดสอบความคงตัว	สภาวะที่ใช้ทดสอบความคงตัว					
		อุณหภูมิห้อง	4°C	45°C	30°C/65%	40°C/75%	สภาวะเร่ง
ความเป็นเนื้อเดียวกัน							
1 เดือน	เป็นเนื้อเดียวกัน	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3 เดือน	เป็นเนื้อเดียวกัน	NC	NC	NC	NC	NC	NC
สี							
1 เดือน	ขาว	NC	NC	NC	NC	NC	NC
3 เดือน	ขาว	NC	NC	NC	NC	NC	NC
pH							
1 เดือน	7.68	7.11	7.54	6.98	7.23	6.97	6.61
3 เดือน	7.68	7.02	7.48	6.51	7.02	6.55	-

หมายเหตุ สัญลักษณ์การประเมิน - หมายถึง ไม่ได้ทำการประเมิน + หมายถึง น้อยมาก ++ หมายถึง น้อย +++ หมายถึง

ปานกลาง ++++ หมายถึง มาก NC หมายถึง ไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 6 ค่าความหนืดของครีมโกโก้ c2 ที่ผ่านการทดสอบความคงตัว

สภาวะ	ความหนืด (viscosity) (c.p.)		
	ก่อนทดสอบ	เมื่อผ่านการทดสอบ 1 เดือน	เมื่อผ่านการทดสอบ 3 เดือน
4°C	4.65 ± 0.157	4.329 ± 0.163	4.158 ± 0.276
45°C	4.65 ± 0.157	3.57 ± 0.249	3.691 ± 0.415
30°C/ความชื้น 65%	4.65 ± 0.157	3.979 ± 0.581	3.489 ± 0.471
40°C/ความชื้น 75%	4.65 ± 0.157	3.61 ± 0.09	3.238 ± 0.229
อุณหภูมิห้อง (RT)	4.65 ± 0.157	4.119 ± 0.097	4.771 ± 0.203
สภาวะเร่ง	4.65 ± 0.157	3.806 ± 0.07	-



ภาพที่ 2 ความหนืดของครีมโกโก้หลังผ่านการศึกษาคงตัว

ตารางที่ 7 ค่าการแทนที่ของตัวยาในยาเหน็บโกโก้

ตัวยา	ค่าการแทนที่ (DV)
Aspirin	1.14
Bismuth subgallate	2.42
Boric acid	1.42
Diclofenac	1.17
Hydrocortisone acetate	1.40
Paracetamol	1.3
Precipitated sulfur	2.67
Salicylic acid	4.08
Zinc oxide	2.40
Zinc sulfate	2.38

ทางกายภาพ และ มีความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาใน 6 สภาวะ เป็นเวลา 3 เดือน แต่การเก็บรักษาครีมในตู้เย็น (4-8 °C) จะมีความคงตัวมากที่สุด (ตารางที่ 5, ตารางที่ 6 และภาพที่ 2)

6. การพัฒนารูปแบบยาเหน็บทวาร

ยาเหน็บที่เตรียมได้ สามารถใช้กับตัวยาได้หลายชนิด ลักษณะภายนอก และการกระจายตัวยาสม่ำเสมอ ตลอดทั้งแท่ง การหาค่าการแทนที่ของยาเหน็บ ของตัวยาหลายชนิด ในยาพื้นหรือเนยโกโก้ได้ค่า DV (ตารางที่ 7) จากผลการทดลองดังกล่าว เนย

โกโก้ จึงมีศักยภาพในการนำไปใช้พัฒนายาเหน็บทวาร

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ผลโกโก้ที่ควรใช้ในการสกัดเนยโกโก้คือ ผลที่มีสีเหลืองทั่วทั้งผล มีขนาดของผลกว้างเฉลี่ย 7.43 ± 0.9160 เซนติเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 13.44 ± 1.3939 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 253.42 ± 86.1377 กรัม และมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล 31.55 ± 8.8572 เมล็ด เมล็ดมีสีม่วงอ่อน และมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาว เมล็ดสมบูรณ์ไม่ลีบ ไม่หัก และยังไม่มีการงอกราก อัตราส่วนน้ำหนักเมล็ดโกโก้สดต่อน้ำหนักเมล็ดโกโก้แห้งเท่ากับ 3:1 ภายหลังการหมักเมล็ดโกโก้ เนื้อในของเมล็ดเปลี่ยนจากสีม่วงอ่อนเป็นสีน้ำตาล น้ำหนักเมล็ดโกโก้แห้งหลังจากการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการสกัดน้ำมันด้วยวิธีอัดเกลียว ได้เนยโกโก้ประมาณ 33% โดยน้ำหนัก ทั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะแข็งตัว มีสีเหลืองออกน้ำตาล และมีกลิ่นโกโก้ มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน กับเนยโกโก้ที่ได้จากโรงงานสกัดโกโก้ในประเทศไทย ในด้านกรดไขมัน และรูปผลึก ซึ่งมี 3 รูปผลึก คือ β 34.7°C , β' 27.8°C และ γ 0.38°C โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูป β ซึ่งคงตัวมากกว่ารูปผลึกอื่น ณ อุณหภูมิห้อง (28°C) กรดไขมันหลัก จากการสกัดด้วยวิธีอัดเกลียว มีจำนวน 10 ชนิด ปริมาณร้อยละของกรดแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน โดยมีกรดไขมันที่มากที่สุดคือ กรดสเตียริก (C18:0) ซึ่งเป็นกรดที่ทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพหรือความแข็งของเนยโกโก้โดยกรดไขมันที่มีความสำคัญในด้านบำรุงผิวพรรณได้แก่ กรดโอเลอิก (35.22%) และ กรดไลโนเลอิก (2.78%) ส่วนการหาค่าคงที่ของไขมัน ได้แก่ การหาค่าไอโอดีน, ค่าเพอร์ออกไซด์ ค่ากรด, ค่าสะปอนิฟิเคชัน และปริมาณ

กรดไขมันอิสระ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยศึกษาจากปริมาณพอลิฟีนอล พบว่า เนยโกโก้ มีค่าเป็น 2.47 ± 0.04 (mg GAE/100g) ค่า IC_{50} เนยโกโก้ เป็น 0.12 ± 0.01 mg/mL และค่า TEAC มีค่าเป็น 72.61 ± 5.00 mM trolox/100g แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระยังสูง แม้ว่าการหมักในการสกัดอาจจะทำให้สูญเสียคุณค่าไปบางส่วนสำหรับค่าคงที่ของเนยโกโก้สกัดโดยวิธีอัดเกลียว มีค่าสะปอนิฟิเคชัน 175.81 ± 4.91 (mgKOH/g) โดยปริมาณกรดไขมันอิสระ 1.58 ± 0.02 (น้อยกว่า 1.75% ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของไขมัน) ค่าไอโอดีนเป็น 32.49 ± 0.2 g $\text{I}_2/100$ g จึงทำให้เนยโกโก้ หินได้ไม่มากเท่ากับเนยโกโก้ ที่มีค่าไอโอดีน มากกว่า 100 g $\text{I}_2/100$ g พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ มีค่าค่อนข้างต่ำคือ 2.94 ± 0.00 (mEq/kg) ทำให้เนยโกโก้ตัวอย่างที่สกัดได้ มีความคงตัวว่าเนยทั่วไป โดยข้อมูลเนยโกโก้จากบริษัทจำหน่ายจากต่างประเทศ (เอกสารจากผู้นำเข้าเนยโกโก้) มีดังนี้ปริมาณกรดไขมันอิสระ < 1.75% saponification value 192-197 mg KOH/g unsaponification < 0.35% ค่าไอโอดีน 33-37 g $\text{I}_2/100$ g, peroxide value < 2 mEq/kg, จุดหลอมเหลว $32-33.5^{\circ}\text{C}$ จุดหลอมเหลวจนใส $32-35^{\circ}\text{C}$ ค่าดัชนีหักเหแสง refractive index ($\text{D}_{40^{\circ}\text{C}}$) 1,453-1,459 ความชื้น (Moisture) < 0.1 % ทั้งนี้ ค่าที่แตกต่างกันอาจเนื่องจากเนยโกโก้สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน และสายพันธุ์แตกต่างกัน

ในการนำเนยโกโก้ ไปพัฒนาเป็นยาเหน็บ และครีมบำรุงผิวโกโก้ พบว่า เนยโกโก้สามารถเข้ากับตัวยาได้หลายชนิด โดยสามารถหาค่าการแทนที่ของตัวยาได้ และ เมื่อเตรียมยาเหน็บ 300 มิลลิกรัม โดยใช้เนยโกโก้ เป็นยาพื้นยาเหน็บ ยาเหน็บแอลไพรินมีลักษณะผิวภายนอกที่ดี ผิวเรียบ ฝ้าดูลักษณะภายใน ตัวยา

มีเนื้อกระจายสม่ำเสมอดี การแตกตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือไม่เกิน 30 นาที^[8-9] การเตรียมครีมเครื่องสำอาง โดยใช้ตัวทำอิมัลชัน เป็นกลุ่มสบู่ สามารถเกิดครีมเนื้อเบา มีความคงตัวดีทางกายภาพ ตลอดระยะเวลาศึกษาใน 6 สัปดาห์ ตลอดเวลา 3 เดือนที่ศึกษา เว้นแต่ความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงในทางลดลง โดยเฉพาะที่ 45 °C อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปผลึก ทำให้ความหนืดลดลงและยังไม่คืนรูป ในช่วงเวลาของการวัดความหนืด เนยโกโก้จะถูกออกซิไดส์ได้ง่าย ทำให้เกิดการหืน เนื่องจากมีค่าไอโอดีนมากกว่า 7 ดังนั้นจึงแนะนำให้เก็บรักษาสลิตภัณฑ์ในที่มืด และเย็น และเนื่องจากเนยโกโก้มาจากธรรมชาติ อาจจะทำให้ลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น แตกต่างกัน การที่เนยโกโก้มีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงอาจมีปัญหาในการเก็บรักษาและการนำมาใช้เมื่ออากาศร้อน

ข้อสรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำเนยโกโก้มาใช้พัฒนาเป็นส่วนประกอบทางยาและเครื่องสำอาง เนยโกโก้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ มีค่ากรดไขมันอิสระ ค่าเพอร์ออกไซด์ต่ำ แต่ยังมีคุณสมบัติเป็นไขมันที่มี polymorphism โดยมีถึง 3 รูปผลึก คือ β (m.p. 34.7), β' (m.p. 27.8) และ γ (m.p. 38.0) โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูป β ใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงผลึกได้เป็นอย่างดี ในทางวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม และมีความนุ่มนวลต่อผิว เนื่องจากมีกรดโอเลอิก (35.22%) และกรดไลโนเลอิก (2.78%) โดยการนำเนยโกโก้ ไปพัฒนาเป็นยาเหน็บทวาร จะมีข้อดีในด้านที่เนยโกโก้ มีความนุ่มนวล ไม่ระคายเคืองต่อผิว

เหมาะสมในการใช้เฉพาะที่ เนยโกโก้สามารถเข้ากับตัวยาได้หลายชนิด

กล่าวโดยสรุป การปลูก การเก็บเกี่ยวโกโก้ ตลอดจนการนำมาสกัดเนยโกโก้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือผลิตภัณฑ์ ยาและเครื่องสำอาง โดยไม่ต้องพึ่งพาวัตถุดิบจากภายนอกประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย ด้วยงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2554

References

1. Mcfadden C. Chocolate Bible. London: Lorenz books Publisher; 1999. 256 p.
2. Urquhart D.H. Cocoa. Kenya: Longmans Publisher; 1961. 293 p.
3. Laoongsri S. Textbook of Industrial crop; Pomology Division. Maejo University; 1999, 127 p. (in thai)
4. Tuncharoen K. Cocoa production and development. Department of Agricultural Extension; 2002. 93 p. (in Thai)
5. Allen LV, Worthen DB, Mink B. Suppositories. Great Britain: The Pharmaceutical Press Publishing house; 2008. 245 p.
6. Lee KW, Kim YJ, Lee HJ, Lee CY. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. J. Agric. Food Chem. 2003;51:7292-5
7. Nielson SS. Food analysis. 4th ed. New York: Springer Publishers; 2010. 602 p.
8. The United States Pharmacopeia 2011: USP 34; The national formulary: NF 29. Vol II. USA: United States Pharmacopoeial Convention; 2010. 1934 p.
9. British Pharmacopoeia 2011. Vol I. Great Britain: British Pharmacopoeia, Stationery Office; 2010. p. 187.