

การเพิ่มมูลค่าของเปลือกเมล็ดมะขามที่เหลือทิ้ง โดยการผลิตเป็นครีมบำรุงผิว ในหมู่บ้านหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา

Value-added of Tamarind Seed Husk Waste for Skin Cream Production in Nong Lom Village, Dok Kamtai District, Phayao Province

ภคศิริ สินไชยกิจ^{1/} ภูวิช ไชยคำวัง^{2/} กนกกาญจน์ พรหมน้อย^{1/} และปีตินุช ผิวชัย^{2/}
Puksiri Sinchaiyakit^{1/}, Phuwit Chaikumwang^{2/}, Kanokkarn Phromnoi^{1/} and Pitinuch Piochai^{2/}

Abstract: The contents from Tamarind seed husk waste were extracted and used to produce skin cream in Nong Lom village, Dok Kamtai district, Phayao province. The Nong Lom housewives group uses local equipments to produce the cream in their factory; therefore, a low-cost and suitable extraction method should be applied. A suitable way in the process was hot water extraction at 60 °C. The water extract was mixed with the base cream to produce skin cream and tested for physical appearance and stability. The skin cream formulated by pharmacists (experimental cream) had a problem of color migration which was not found in the skin cream of Nong Lom's factory (new development cream). The tyrosinase enzyme inhibitor activity of the experimental cream and the new development cream were studied. These results indicated that tamarind seed husk extract might be beneficially used in antioxidant and whitening skin cream. Finally, more than 80% of the consumers were satisfied with the new development cream. However, there is room for improvement of the color, odor and viscosity of the skin cream.

Keywords: Tamarind seed husk, cream, polyphenol, tyrosinase

^{1/}คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา 56000

^{1/}School of Medical Sciences, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

^{2/}คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา 56000

^{2/}School of Pharmacy, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

บทคัดย่อ: เปลือกเมล็ดมะขามที่เหลือทิ้งถูกนำไปสกัดสำหรับผลิตเป็นครีมบำรุงผิวโดยกลุ่มแม่บ้านตำบลหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา โรงงานของกลุ่มแม่บ้านตำบลหนองหล่มใช้เครื่องมือราคาไม่แพงในท้องถิ่นในการผลิตครีม ดังนั้นการผลิตต้องหากระบวนการสกัดที่เหมาะสมกับโรงงาน โดยพบว่ากระบวนการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามที่เหมาะสมกับโรงงาน คือ การใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำสารสกัดน้ำที่ได้ไปผสมกับครีมพื้นเพื่อผลิตเป็นครีมบำรุงผิว และนำไปทดสอบลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของครีมพบว่าครีมบำรุงผิวที่ผลิตโดยเภสัชกร (ครีมสูตรทดลอง) มีปัญหาเรื่องการเคลื่อนย้ายของสี ซึ่งไม่พบในครีมบำรุงผิวสูตรของโรงงาน (ครีมสูตรพัฒนาใหม่) ต่อมากลุ่มผู้วิจัยได้ศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของครีมบำรุงผิวสูตรทดลองและสูตรพัฒนาใหม่ จากผลการทดลองเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะขามน่าจะมีคุณสมบัติในการผลิตเป็นครีมเพื่อป้องกันผิวหน้าจากอนุมูลอิสระและทำให้ผิวขาวขึ้นได้ การทดลองสุดท้ายกลุ่มผู้วิจัยได้นำครีมบำรุงผิวสูตรโรงงานภายใต้ตราสินค้าแม่แสงดีไปประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ พบว่ามากกว่า 80% ของผู้ใช้มีความพึงพอใจในครีมบำรุงผิวสูตรนี้ อย่างไรก็ตาม เรื่องของสี กลิ่น และความข้นหนืดของครีมบำรุงผิวยังจำเป็นต้องมีการปรับปรุงต่อไป

คำสำคัญ: เปลือกเมล็ดมะขาม ครีม โพลีฟีนอล เอนไซม์ไทโรซิเนส

คำนำ

กลุ่มแม่บ้านตำบลหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา มีผู้นำที่เข้มแข็งและมีโรงงานแม่แสงดีรองรับในการผลิตครีมมะขามพะเยา ซึ่งทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งคือ เปลือกเมล็ดมะขาม ที่ต้องกำจัดโดยการฝังกลบซึ่งหากนำเปลือกเมล็ดมะขามมาแปรรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่จะเป็นการลดขยะในชุมชน เป็นการพัฒนารวมชนเพื่อเตรียมรับภาวะโลกร้อนในแนวทางปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง (สุวจิต, 2557) ซึ่งโรงงานแม่แสงดีมีการจัดการด้านการตลาดที่ชัดเจน มีกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้บริโภคในระดับกลางถึงล่าง ซึ่งจะซื้อสินค้าในราคาที่ไม่แพง

เปลือกเมล็ดมะขามประกอบไปด้วยสารพวกโพลีฟีนอลโดยไม่อยู่ในรูปแบบของไกลโคไซด์ (Tsuda, 1994) และสารจำพวกคอนเดนส์ แทนนิน (condensed tannin) ซึ่งมีโพรแอนโทไซยานินส์ที่ต่อกันเป็นสายยาวเป็นส่วนประกอบ (Sinchaiyakit *et al.*, 2011) สารโพรแอนโทไซยานินส์เป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่นกัน โดยมีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารกลุ่มโพลีฟีนอลในเปลือกเมล็ดมะขามในการทดสอบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ thiocyanate method (Tsuda, 1994), TBA method (Tsuda, 1994), ABTS method (Sidduraju, 2007; Sinchaiyakit, 2011), FRAP method (Sidduraju,

2007), NBT method (Sidduraju, 2007), linoleic acid system (Tsuda, 1994; Sidduraju, 2007), PV method (Luengthanaphol, 2004) และ DPPH method (Sidduraju, 2007; Sinchaiyakit, 2011) เปลือกเมล็ดมะขามมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงมากเมื่อเทียบกับเมล็ดผลไม้ และสมุนไพรหลายชนิด โดยที่ในส่วน germ ของเมล็ดมะขามนั้นไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Tsuda, 1994) ในการทดลองนี้ได้มีการเปรียบเทียบเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสกัดสารโพรแอนโทไซยานินส์จากเปลือกเมล็ดมะขาม และจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิตในทางอุตสาหกรรมด้วย ทั้งในด้านอุณหภูมิที่ใช้ตัวทำละลาย การกรองและการทำให้แห้ง

การทำให้แห้งโดยการแช่เยือกแข็ง (freeze-drying) ไม่เหมาะสมในการสกัดสารฟีนอลิก โกลโคไซด์ (phenolic glycosides) นอกจากว่าจะสามารถป้องกันการละลาย (thawing) ในช่วงระหว่างการทำแห้งได้ โดยหากใช้การทำแห้งโดยการแช่เยือกแข็งจะทำให้ได้ปริมาณสารฟีนอลิก โกลโคไซด์น้อยกว่าการทำแห้งโดยใช้ความร้อน (hot air-drying) หรือการทำแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum-drying) (Orlans, 1995) โดยมีรายงานว่าสารฟีนอลิกบางตัวสูญเสียไประหว่างการทำ freeze-drying ภายใต้สุญญากาศเนื่องจากสารฟีนอลิกที่ระเหยได้นี้รวมตัวกันเข้มข้นภายในผลึกน้ำแข็งและสูญเสียไปในระหว่างการทำให้แห้งแบบสุญญากาศ (Van sumere *et al.*, 1983)

การทำให้แห้งโดยใช้ความร้อน (hot air-drying) มีความเหมาะสมในการสกัดสารฟีนอลิกไกลโคไซด์ แต่ไม่เหมาะสมที่จะสกัดสารคอนเดนส์ แทนนิน (Orians, 1995) อย่างไรก็ตาม Lindroth and Koss (1996) รายงานว่าการทำให้แห้งโดยการแช่เยือกแข็งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของทั้งสารฟีนอลิก ไกลโคไซด์และแทนนินหลังการทำแห้งเมื่อเทียบกับวิธี vacuum-drying อีกทั้งยังแนะนำว่าการทำให้แห้งโดยใช้สุญญากาศ (vacuum-drying) สามารถใช้ได้ดีในการทดลองที่ไม่สนใจศึกษาการไฮเดรต การทำให้แห้งโดยใช้สุญญากาศนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะสกัดทั้งสารฟีนอลิก ไกลโคไซด์และคอนเดนส์แทนนิน (Orians, 1995) โดยปกติการทำแห้งแบบใช้ความร้อนทั้งการทำให้แห้งแบบใช้ถัง (drum dried) และการทำให้แห้งโดยใช้ถาด (tray drying) ใช้ต้นทุนต่ำกว่าการทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนด้วยวิธีการสเปรย์ (spray dried) ในการทดลองนี้เลือกการทำให้แห้งแบบถาด (tray drying) เนื่องจากใช้ทำได้ง่ายและเหมาะสมในการสกัดสารโพลีฟีนอลด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ในโรงงานแม่แสงดี ซึ่งผลิตครีมให้ตำบลหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยาผู้วิจัยได้เคยตีพิมพ์และขอจดสิทธิบัตรวิธีการแยกสกัดสารโพรแอนโทไซยานินส์จากเปลือกเมล็ดมะขาม ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายโดยการสกัดครั้งเดียวแล้วได้ปริมาณโพลีฟีนอลมากกว่า 90% (ภักดีศรี และไมตรี, 2554) ตามคำขอสิทธิบัตรเลขที่ 1001001666 อย่างไรก็ตามการจะนำมาประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมจริงต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตของผู้ประกอบการด้วย

เอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) เป็นเอนไซม์ที่ควบคุม (rate-limiting enzyme) การสร้างเมลานิน (melanin) โดยเปลี่ยนกรดอะมิโนไทโรซีน (tyrosine) เป็น 3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) และ DOPA quinone และเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งได้เมลานิน ในที่สุด (Ando *et al.*, 2007) เมลานินเป็นเม็ดสีที่พบในผิวหนัง สารที่ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้จะยับยั้งการสร้างเมลานินทำให้ผิวขาวขึ้น

การวิจัยก่อนหน้านี้มีการรายงานการพัฒนาครีมจากเปลือกเมล็ดมะขามมาแล้ว แต่ยังไม่มีการนำออกมาประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม (Lourith *et al.*, 2009) จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นของเปลือกเมล็ด

มะขามทำให้กลุ่มผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาครีมมะขามพะเยาให้มีคุณภาพมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ และพัฒนาครีมจากเปลือกเมล็ดมะขามซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยในส่วนเปลือกเมล็ดมะขามจะนำมาสกัดสารสำคัญ ได้แก่ สารโพรแอนโทไซยานินส์หรือแทนนิน เพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมความงามต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำเปลือกเมล็ดมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาพัฒนาทำเป็นผลิตภัณฑ์ครีม เป็นการเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจ และลดขยะเหลือทิ้งจากเปลือกเมล็ดมะขาม
2. เพื่อพัฒนาการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามให้ต้นทุนต่ำในทางอุตสาหกรรมโดยศึกษาปริมาณสารโพลีฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสกัดเปลือกเมล็ดมะขาม

การสกัดเปลือกเมล็ดมะขามทำในโรงงานที่อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ซึ่งมีการผลิตครีมมะขามอยู่แล้ว ดังรูปที่ 1 ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกเมล็ดมะขามด้วยน้ำ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น กะเทาะเปลือกออกแล้วบดเป็นผงนำเปลือกเมล็ดมะขามที่ได้มาสกัดด้วย 4 วิธี คือ

1. เอทานอล : น้ำ ในอัตราส่วน 3 : 2 (60% เอทานอล) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. เอทานอล : น้ำ ในอัตราส่วน 3 : 2 (60% เอทานอล) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. น้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. การหาปริมาณสารโพลีฟีนอล

วิธีการทดลองปรับปรุงจาก Slinkard (1977) โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่มโพลีฟีนอลในเปลือกเมล็ดมะขามที่ได้จากการทำแห้งแบบต่าง ๆ และภายหลังการทำเป็นครีมแล้ว ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยชั่งสาร

สกัดตัวอย่าง 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร คิดเป็นความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย Folin Ciocalteu ปริมาตร 1,500 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาทีในที่มืด จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ปริมาตร 1,200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีในที่มืด นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 731 นาโนเมตรโดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง จากนั้นนำค่าที่วัดได้เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

3. การตั้งตำรับครีมโดยเภสัชกร

การหาตำรับครีมที่เหมาะสมโดยทำการเตรียม 2% carbomer 940 โดยชั่ง carbomer ปริมาตร 2 กรัม ปรอยลงในน้ำ 100 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกันจนได้ลักษณะเป็นเนื้อเจล จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมงทำการตั้งตำรับครีมขึ้น โดยวิธี beaker method หลอมวฏภาคน้ำมันโดยเริ่มจากการหลอมสารที่มีจุดหลอมเหลวสูงไปยังจุดหลอมเหลวต่ำ คือ stearic acid, stearyl alcohol, glycerylmonostearate, anhydrous lanolin, cetyl alcohol และ light mineral oil ตามลำดับ (เรียงตามจุดหลอมเหลว) stearic acid > stearyl alcohol > glycerylmonostearate > anhydrous lanolin > cetyl alcohol > light mineral oil ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสทำการผสมวฏภาคน้ำโดยผสมสาร triethanolamine, propyl paraben, methyl paraben และ deionized water เข้าด้วยกันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จากนั้นเทวฏภาคน้ำมันลงในวฏภาคน้ำคนเบา ๆ จนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อคนจนเป็นเนื้อครีมและอุณหภูมิลดต่ำลงจนถึงอุณหภูมิห้องแล้ว เติม 2% carbomer ที่ได้เตรียมไว้ลงไป คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ภายหลังการผสมครีมขึ้นแล้วจึงผสมสารสกัดที่เตรียมไว้ให้เข้ากับครีมขึ้นคนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน (หากตั้งตำรับครีมขึ้นไม่ต้องเติมสารสกัดลงไป) หลังจากทดสอบความคงตัวของทางกายภาพของตำรับครีมขึ้นจนได้ครีมขึ้นที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุดจึงนำไปพัฒนาเป็นตำรับครีมจากสารสกัดเปลือก

เมล็ดมะขามที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ เติมสารสกัดจากเปลือกเมล็ดมะขามลงไปในวฏภาคน้ำ ปริมาตร 0.5, 1.0 และ 1.5% w/w ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

4. การตั้งตำรับครีมจากโรงงาน

สูตรที่ใช้ในการตั้งตำรับครีมเป็นสูตรเดียวกับครีมขมิ้นกระชับผิวของโรงงาน ซึ่งผลิตขายอยู่ในปัจจุบัน โดยในงานวิจัยนี้เปลี่ยนจากขมิ้นเป็นเปลือกเมล็ดมะขามโดยการผลิตครั้งแรก ใส่แต่สารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามพบว่าตัวครีมเมื่อทดลองทาพบว่าทำให้ผิวแห้ง จึงมีการปรับสูตรโดยเพิ่มว่านหางจระเข้เข้าไปเพิ่มเติม โดยว่านหางจระเข้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานมีการผลิตครีมว่านหางจระเข้อยู่แล้ว

5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและความคงตัวของตำรับครีม

การศึกษาความคงตัวของตำรับครีมสารสกัดเมล็ดเปลือกเมล็ดมะขาม โดยใช้วิธีเร่งแบบ Heating-cooling cycle นำครีมที่ผสมสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามไปเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ทำเช่นนั้นนับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบทั้งหมด 6 รอบ จากนั้นนำครีมสารสกัดเมล็ดมะขามที่สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ครีมที่เตรียมใหม่ ๆ ครีมที่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 3 เดือน รวมทั้งครีมที่ผ่านสภาวะเร่ง ไปทำการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง สี กลิ่น ความหนืด ความเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ของตำรับ

6. การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

การศึกษาความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของครีมที่ได้ โดยวิธี dopachrome ใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น โดยนำสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามมาละลายใน DMSO แล้วทำปฏิกิริยาใน 96-well plate ประกอบด้วย สารสกัดปริมาตรหลุมละ 40 ไมโครลิตร ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (0.1 M, pH 6.8) 80 ไมโครลิตร เอนไซม์ไทโรซิเนส (31 ยูนิตต่อมิลลิลิตร) 40 ไมโครลิตร และ L-DOPA

(2.5 มิลลิโมลาร์) 40 ไมโครลิตร ใช้เวลาทำปฏิกิริยาที่ 0, 15 และ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475/700 นาโนเมตร โดยใช้ ใน DMSO เป็นสารละลายควบคุม ชนิด negative control โดย DMSO ไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และสารละลายที่เติมเฉพาะเอนไซม์ ไม่เติมครีมเปลือกเมล็ดมะขามเป็น positive control เอนไซม์ทำงานได้สูงสุด นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเทียบกับ positive controlหาความสามารถของครีมเปลือกเมล็ดมะขามในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

7. การทดสอบความพึงพอใจต่อครีมเปลือกเมล็ดมะขาม

อาสาสมัคร จำนวน 50 คนเป็นชาย 3 คน หญิง 47 คน ไม่มีโรคประจำตัว ไม่เป็นโรคภูมิแพ้ ไม่มีประวัติแพ้เครื่องสำอางและยา เข้าร่วมทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมเปลือกเมล็ดมะขามที่ผลิตมาได้หนึ่งเดือนโดยใช้แบบสอบถาม ประเมินสี กลิ่น ความข้นหนืด รูปแบบของครีม ความสามารถในการซึมซาบเข้าสู่ผิว ความมันบนผิวหนัง ความนุ่มของผิวหนัง ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ และความพึงพอใจโดยรวม



Figure 1 Factory in Nong Lom village, Dok Kamtai district, Phayao province



Figure 2 Basic cream and experimental cream with 0.5, 1.0 and 1.5% w/w of tamarind seed husk extract

ผลการศึกษา

จากการทดลองทางกลุ่มแม่บ้านได้เลือกใช้การสกัดเปลือกเมล็ดมะขามด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้กระตักน้ำร้อนแทนอ่างควบคุมอุณหภูมิในการกรองให้มีการปรับใช้ผ้าขาวบางแทนกระดาษกรอง ดังผลการทดลองในตารางที่ 1 โดยค่าปริมาณสารโพลีฟีนอลในสารสกัดเปลือกเมล็ดมะขามที่สกัดได้โดยวิธีต่าง ๆ เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก ได้ผลดังตารางที่ 1 แม้ว่าการสกัดด้วยเอทานอลจะทำให้ได้ปริมาณสารโพลีฟีนอลมากกว่าการสกัดด้วยน้ำ แต่ทางกลุ่มแม่บ้านต้องการใช้น้ำในการสกัดเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดการใช้สารเคมี อีกทั้งเพื่อจะให้ได้สามารถละลายกลับโดยใช้น้ำเพื่อง่ายต่อการผสมในครีม

ผลของลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของครีมเปลือกเมล็ดมะขาม

ทำการทดสอบทางกายภาพและความคงตัวของกายภาพของตัวครีมก่อนและหลังทดสอบความคงตัวภายใต้สภาวะเร่ง (heating-cooling cycle) จำนวน 6 รอบ ได้ผลตามตารางที่ 2 และ 3

ผลการทดลองครีมสูตรที่ผลิตโดยเภสัชกรหลังจากทำการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งที่เกิดขึ้นคือ ตัวรับมีความคงตัวเนื้อครีมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่เกิดการแยกชั้น แสดงว่าสารที่ทำให้ก่ออิมัลชันมีประสิทธิภาพในการทำงาน แต่เกิดการเคลื่อนย้าย (migration) ของสีขึ้นไปด้านบนของขวดบรรจุ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่ดีของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่น่าใช้ สีมีความเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับก่อนทำการทดสอบความคงตัว ไม่มีกลิ่นหืน ความเป็นกรดต่ำมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในค่า pH ที่เป็นกลาง ส่วนความหนืดของตัวรับ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของครีมสูตรโรงงาน

จากตัวรับครีมสูตรโรงงานที่ผสมสารสกัดเมล็ดเปลือกมะขาม 1.5% w/w พบว่าตัวรับครีมเป็นเนื้อ

เดียวกัน มีลักษณะเนียนละเอียด ไม่มีการแยกชั้นของน้ำมันและน้ำ สีของตัวรับมีสีอมชมพูปานกลาง ไม่มีกลิ่นหืน มีค่าความเป็นกลางค่อนข้างไปทางกรดเล็กน้อย pH เท่ากับ 6.12 ความหนืด เท่ากับ 55365 เซนติพอยส์ และเมื่อนำตัวรับครีมจากสารเปลือกเมล็ดมะขามไปทดสอบความคงตัวภายใต้สภาวะเร่ง (heating-cooling cycle) จำนวน 6 รอบและทำการประเมินลักษณะทางกายภาพอีกครั้งพบว่า ตัวรับครีมเป็นเนื้อเดียวกันลักษณะเนียนละเอียด ยังคงไม่มีการแยกชั้นของน้ำมันและน้ำ สีของตัวรับมีสีอมชมพูปานกลางไม่เปลี่ยนแปลง ไม่เกิดการเคลื่อนย้ายของสี แต่มีกลิ่นหืนเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรด-ด่างหลังการทดสอบเท่ากับ 6.48 ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง และความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง คือเท่ากับ 66577 เซนติพอยส์ ยังคงมีความน่าใช้ อยู่แสดงว่าตัวรับมีความคงตัวดี น่าจะทำการทดสอบความพึงพอใจต่อไป

ผลของครีมต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ตัวรับครีมพื้นของเภสัชกร เมื่อเติมครีมทันทีที่มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระไหม้ไหม้ไหม้ไหม้ และเมื่อครีมตัวรับที่เติมเปลือกเมล็ดมะขามที่ 0.5% พบว่าสามารถเพิ่มฤทธิ์ การยับยั้งอนุมูลอิสระไหม้ไหม้ไหม้ไหม้ อยู่ได้นานถึง 15 นาที แต่ถ้าตัวรับที่เพิ่มปริมาณเปลือกเมล็ดมะขามขึ้นมากกว่า 0.5% พบว่าฤทธิ์ การยับยั้งอนุมูลอิสระลดลงดังตารางที่ 4 ผลที่ได้ อาจจะเนื่องมาจากการที่มีปริมาณคอนเดนส์แทนนินจากเปลือกเมล็ดมะขามมากขึ้นจนรวมตัวกันเองหรือรวมตัวกับสารอื่นๆในครีมแล้วแยกชั้นออกไปจากตัวครีม ทำให้ครีมยับยั้งอนุมูลอิสระไหม้ไหม้ไหม้ไหม้ ได้น้อยลง จะเห็นได้ว่าเมื่อทิ้งครีมไว้นานจะเกิดการเคลื่อนที่ของสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสีของสารกลุ่มคอนเดนส์แทนนินเคลื่อนขึ้นไปด้านบนของครีม อีกทั้งครีมสูตรใหม่ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของสีพบว่ามีฤทธิ์ ยับยั้งอนุมูลอิสระไหม้ไหม้ไหม้ไหม้ ดีกว่าครีมสูตรทดลองที่เกิดการเคลื่อนที่ของสีเมื่อทิ้งไว้นาน

ครีมเปลือกเมล็ดมะขามที่ผลิตจากโรงงาน ตัวรับที่เติมเปลือกเมล็ดมะขามที่ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5% เมื่อเติมครีมเปลือกเมล็ดมะขามลงทันทีที่มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระไหม้ไหม้ไหม้ไหม้ แต่หากทิ้งเวลาไว้ 15 นาทีขึ้นไปก็จะหมดฤทธิ์ ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ซึ่งกลไกในการจับ

ของเปลือกเมล็ดมะขามยังไม่ทราบแน่ชัด แต่อาจจะเป็นไปได้ว่าเป็นการจับกันแบบย้อนกลับได้ reversible ในขณะที่ครีมขมิ้นกระชับผิวของโรงงานที่ผลิตอยู่ในปัจจุบันมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่สูงกว่าครีมเปลือกเมล็ดมะขามที่พัฒนาขึ้น และออกฤทธิ์ได้นานกว่าแต่ฤทธิ์ของครีมเปลือกเมล็ดมะขามก็สูงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ การใช้ครีมขมิ้นมาเป็นตัวเปรียบเทียบเนื่องจากครีมขมิ้นเป็นครีมที่ทางโรงงานผลิตเพื่อจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันจากการถ่ายทอดความรู้คุณประโยชน์ของความพึงพอใจพบว่า จากอาสาสมัคร 50 คน พบว่าผู้บริโภคมีความ

พึงพอใจโดยรวมที่ 82.86 % โดยชอบที่ทำให้ผิวหน้านุ่มขึ้นเมื่อทาครีมประมาณ 10 นาที รูปแบบครีม บรรจุภัณฑ์ (ภาพที่ 4) โดยควรปรับปรุง ด้าน สี กลิ่น และความชื้นหนืด ซึ่งได้คะแนนความพึงพอใจ 71.43, 71.84 และ 70.8% ตามลำดับ ครีมเปลือกเมล็ดมะขามถูกตรวจสอบโดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารปนเปื้อนต้องห้าม ได้ผลการตรวจสอบดังตารางที่ 5 พบว่าครีมเปลือกเมล็ดมะขามสูตรโรงงานที่ปรับแล้วไม่มีสารต้องห้ามอื่น ๆ ในครีม

Table 1 Polyphenol content (GAE) of various conditions of tamarind seed husk extractions

solvent	temperature	filter	Gallic Acid Equivalents (GAE), mg/100 mg		
			Number 1	Number 2	GAE±SD
water	Room	Filter cloth	0.520	0.516	0.518 ± 0.002
water	60°C	Filter cloth	0.778	0.774	0.776 ± 0.003
60% ethanol	60°C	Filter cloth	1.063	1.069	1.066 ± 0.005
60% ethanol	60°C	Filter paper	1.153	1.142	1.148 ± 0.008
60% ethanol	Room	Filter cloth	0.852	0.858	0.855 ± 0.004
60% ethanol	Room	Filter paper	0.602	0.602	0.602 ± 0.001

Table 2 Stability test of experimental cream (pharmacist) before heating and cooling cycle

Indicator	Results of cream			
	Cream base	0.5% TSH	1.0% TSH	1.5% TSH
Smooth texture	yes	yes	yes	yes
Homogenous	yes	yes	yes	yes
Color	white	pink (+)	pink (++)	pink (+++)
Odor	no	no	no	no
pH (pH meter)	7.94	7.84	7.53	7.53
Viscosity (Cp)	> 100000	98360	60028	86520

TSH = tamarind seed husk extract

Table 3 Stability test of experimental cream after heating and cooling cycle

Indicator	Results of cream			
	Cream base	0.5% TSH	1.0% TSH	1.5% TSH
Smooth texture	yes	yes	yes	yes
Homogenous	yes	yes	yes	yes
Migration	no	yes	yes	yes
Color	white	brown pink (+)	brown pink (++)	brown pink (+++)
Odor	no	no	no	no
pH (pH meter)	7.95	7.70	7.20	7.16
Viscosity (Cp)	> 100000	> 100000	68660	64096

Table 4 Tyrosinase inhibition in cream

Creams	Amount of TSH or curcumin	Final concentration TSH	% tyrosinase inhibition $\pm$ S.E.		
			0 minute	15 minutes	30 minutes
Cream base	0	0	13.74 $\pm$ 9.37	-21.42 $\pm$ 8.15	-20.72 $\pm$ 10.72
Experimental cream	0.5%	3 μ g/ml	15.73 $\pm$ 10.54	6.38 $\pm$ 12.61	-1.83 $\pm$ 4.46
	1.0 %	6 μ g/ml	-10.84 $\pm$ 3.26	-36.36 $\pm$ 0.49	-41.83 $\pm$ 4.67
	1.5%	9 μ g/ml	-18.55 $\pm$ 4.49	-42.17 $\pm$ 3.75	-42.32 $\pm$ 5.23
Curcumin commercial cream	0.5%	3 μ g/ml	24.27 $\pm$ 2.10	4.83 $\pm$ 2.79	-4.28 $\pm$ 4.41
	1.0%	6 μ g/ml	36.52 $\pm$ 2.74	27.43 $\pm$ 10.85	-6.55 $\pm$ 2.24
	1.5%	9 μ g/ml	47.47 $\pm$ 1.77	40.85 $\pm$ 1.74	10.42 $\pm$ 2.06
New development TSH cream	0.5%	3 μ g/ml	4.83 $\pm$ 2.79	-40.33 $\pm$ 1.68	-46.96 $\pm$ 2.48
	1.0%	6 μ g/ml	27.43 $\pm$ 10.85	-60.24 $\pm$ 2.17	-69.12 $\pm$ 2.63
	1.5%	9 μ g/ml	40.85 $\pm$ 1.74	-74.35 $\pm$ 1.62	-76.65 $\pm$ 2.91

Data are mean $\pm$ SE from three independent experiments in triplicate

Table 5 Forbidden ingredients in new developed TSH cream

Forbidding ingredient	Results	Methods
Hydroquinone	Not detected (LOD = 0.01% w/w)	ASEAN Harmonized Method, 2005
Mercury	Not detected (LOD = 0.02% w/w)	Clark's Analysis of Drugs and Poisons
Retinoic acid	Not detected (LOD = 0.01% w/w)	ASEAN Harmonized Method, 2005
Steroid	Not detected	Clark's Analysis of Drugs and Poisons

LOD : Limit of detection



Figure 3 Education about tamarind seed husk creams



Figure 4 Package of tamarind seed husk creams from Maesangdee (Nong Lom subdistrict, Phayao)

อภิปรายผล

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาปรับใช้กับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเพื่อให้ได้กรรมวิธีการผลิตที่ต้นทุนต่ำ แต่ยังคงคุณภาพที่น่าพึงพอใจ ในการผลิตครีมของกลุ่มแม่บ้านเลือกใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย แม้ว่าการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามด้วย 60% เอทานอลจะทำให้ได้สารโพลีฟีนอลมากกว่าการสกัดด้วยน้ำ แต่ทางกลุ่มแม่บ้านต้องการใช้น้ำ ด้วยเหตุผลคือประหยัดค่าใช้จ่าย การสกัดน้ำจะทำให้ได้สารที่มีชีวมากกว่าทำให้ง่ายต่อการละลายกลับเมื่อจะนำไปทำครีม โดยไม่ต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ตัวอื่นช่วย และจากรายงานของศิริพร (2545) พบว่าสารสกัดน้ำ สารสกัดตัวทำละลายอินทรีย์ที่ชอบน้ำ (hydrophilic organic solvent) และสารสกัดน้ำผสมตัวทำละลายอินทรีย์ที่ชอบน้ำ จากเปลือกเมล็ดมะขาม มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งจะมีผลยับยั้งการสร้างเมลานิน จึงมักใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางทำให้ผิวขาวขึ้นครีมที่พัฒนาโดยโรงงานแม่แสงดี

ที่พัฒนาครั้งแรก เมื่อทดลองทาแล้วทำให้รู้สึกว่ามีเหงื่อลดความชุ่มชื้นของครีมปกติ น่าจะเป็นผลของสารพวกแทนนินที่ยังหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งคุณสมบัติของแทนนินคือจับโปรตีนได้ ทางผู้ประกอบการแนะนำว่าน่าจะนำไปใช้ผลิตเป็นโทนเนอร์ หรือผลิตภัณฑ์สำหรับคนหน้ามัน ส่วนการพัฒนาสู่ตลาดมีคำถามว่าทางจะเข้าไปทำให้ตัดปัญหาเรื่องความชุ่มชื้นไปได้ ทั้งนี้ผลการทดสอบในตารางเป็นครีมที่ยังไม่ได้เติมว่านหางจระเข้

จากผลการทดสอบความพึงพอใจ ครีมเปลือกเมล็ดมะขามควรต้องปรับปรุงเรื่อง สี กลิ่นและความชื้นเหน็ด โดยในเรื่องสีเนื่องจากครีมมีสีน้ำตาลของเปลือกเมล็ดมะขาม ทำให้ดูแปลกสำหรับผู้ที่ใช้ที่เคยชินกับครีมสีขาว ซึ่งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสีจากสีน้ำตาลให้เป็นสีขาวนั้นทำได้ยาก ส่วนเรื่องกลิ่น เปลือกเมล็ดมะขามไม่มีกลิ่นแต่เป็นกลิ่นของครีมพื้น ซึ่งการแก้ไขอาจจะเพิ่มเติมกลิ่นให้น่าใช้ได้ สุดท้ายในส่วนของความชื้นเหน็ด การปรับจะต้องคำนึงถึงผลการเคลือบผิวของครีมด้วย หากปรับสัดส่วนไม่เหมาะสม จะทำให้สีน้ำตาลของครีมเคลือบที่ขึ้นไปข้างบนทำให้เก็บรักษาไว้ไม่ได้นาน

สรุป

จากการวิจัยในครั้งนี้ค้นพบว่าการสกัดเปลือกเมล็ดมะขามให้ได้สารโพลีฟีนอลมากที่สุดจะต้องสกัดด้วย 60%เอทานอล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แต่เพื่อลดต้นทุนการผลิตและได้สารสกัดที่มีความปลอดภัย ไม่ต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ช่วยในการละลายกลับ ทางโรงงานจึงได้เลือกใช้น้ำแทน 60% เอทานอล ซึ่งยังได้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระดับที่ทางโรงงานยอมรับได้ ผลิตภัณฑ์ครีมเปลือกเมล็ดมะขามที่พัฒนาแล้วโดยโรงงานแม่แสงดี ได้ถูกนำไปทดสอบความพึงพอใจ พบว่าควรปรับปรุง สี กลิ่น และความชื้นหนืด ต้นทุนการผลิตครีมเปลือกเมล็ดมะขามในส่วนวัตถุดิบไม่มี เพราะซื้อพร้อมกับเนื้อมะขาม และเป็นการลดค่าใช้จ่ายของโรงงานในการกำจัดเมล็ดมะขามซึ่งเป็นของเหลือทิ้งของโรงงาน มีต้นทุนเฉพาะค่าแรงในการกะเพาะเปลือกเมล็ดมะขามทำให้ได้ครีมเปลือกเมล็ดมะขามที่มีต้นทุนต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ.ดร.ไมตรี สุทธจิตต์ ที่ปรึกษาโครงการ และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายบริหารงานวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ภาคศิริ สินไชยกิจ และไมตรี สุทธจิตต์. 2554. คุณสมบัติชีวเคมีและการประยุกต์ใช้ของเมล็ดมะขาม. วารสารนเรศวรพะเยา 4(2): 5-16.
สุวจิ แสงอ่อน. 2557. แนวทางพัฒนารวมชนต้นตาลเพื่อเตรียมรับภาวะโลกร้อนในแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. วารสารพัฒนารวมชนและคุณภาพชีวิต 2(1): 23-25.
ศิริพร เหลืองกอบกิจ. 2545. มะขาม (Tamarind). จุลสารข้อมูลสมุนไพร 19(2): 4-13.

Ando, H., H. Kondoh, M. Ichihashi and V.J. Hearing. 2007. Approaches to identify inhibitors of melanin biosynthesis via the quality control of tyrosinase, Journal of Investigative Dermatology 127(4): 751-761.
Lindroth, R.L. and P.A. Koss. 1996. Preservative of Salicaceae leaves for phytochemical analysis: further assessment. Journal of Chemical Ecology 22: 765-771.
Lourith, N. M. Kanlayavattanukul and S. Chanpirom. 2009. Free radical scavenging efficacy of tamarind seed coat and its cosmetics application. Journal of Health Research 23(4): 159-162.
Luengthanaphol, S., D. Mongkholkhajornsilp, S. Douglas, P. Douglas, L. Pengsopa and S. Pongamphai. 2004. Extraction of antioxidants from sweet Thai tamarind seed coat-preliminary experiments. Journal Food Engineering 63: 247-252.
Orians, C.M. 1995. Preservative leaves for tannin and phenolic glycoside analyses: a comparison of methods using three willow taxa. Journal of Chemical Ecology 21: 1235-1243.
Siddhuraju, P. 2007. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie (LWT)-Food Science and Technology 40(6): 982-990.
Sinchaiyakit, P., Y. Ezure, S. Sriprang, S. Pongbangpho, N. Povichit and M. Suttajit. 2011. Tannins of tamarind seed husk: preparation, structural characterization and antioxidant activity. Natural Product Communication 6(6): 829-834.
Slinkard, K. and V.L. Singleton. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture 28: 49-55.

Tsuda, T., K. Ohshima, A. Yamamoto, S. Kawakishi, and T. Osawa. 1994. Antioxidative components isolated from the seed of tamarind (*Tamarindus indica* L.). Journal of Agriculture Food Chemistry 42(12): 2671-2674.

Van Sumere, C.F., H. Geiger, D. Brai, G. Fockenier, K. Vande Castelee, M. Martens, R. Hansflaer and L. Gebaert. 1983. Freeze-drying and analysis of plant and other biological material. Analytical Biochemistry 131: 530-532.
