

การพัฒนาสารสกัดมาตรฐานตาลโตนด เพื่อประยุกต์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ
และสารยับยั้งไทโรซิเนส

Development of Standardized *Borassus flabellifer* Linn Extract for Antioxidant
and Tyrosinase Inhibition Application

จิราพร จิรณภาวิบูลย์

อีเมลล์: Cinnamonroll_cute5@hotmail.co.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ

อีเมลล์: phanuphong@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสารสกัดมาตรฐานเปลือกต้นตาลโตนด เพื่อประยุกต์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารยับยั้งไทโรซิเนส การสกัดทำได้โดยใช้เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใช้ 95% เอทานอลเป็นตัวทำละลาย สารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 195.45 ± 1.73 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัม สารสกัด ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งแสดงในรูปค่า IC_{50} เท่ากับ 50.14 ± 1.67 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและให้ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งแสดงในรูปค่า IC_{50} เท่ากับ 0.65 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร การศึกษาความคงตัวของสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ที่สภาวะอุณหภูมิ $4^{\circ}C$ มีค่าความคงตัวของปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสดีที่สุด รองลงมาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ $45^{\circ}C$ ตามลำดับ การตรวจสอบองค์ประกอบของสารสกัดด้วย HPLC พบว่าสารสกัดเปลือกตาลโตนดประกอบด้วยสารคาเทชิน เท่ากับ 0.0820% และเคอเซทิน เท่ากับ 1.4104% ที่เป็นองค์ประกอบหลัก และสารอื่นซึ่งยังไม่สามารถระบุได้

คำสำคัญ: การสกัด/ ต้นตาลโตนด/ สารประกอบฟีนอลิก/ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ/ ฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส

Abstract

The purpose of this research is to develop of standardized *Borassus flabellifer* Linn extract for antioxidant and tyrosinase inhibition application. The extraction was performed by shaking at 150 rpm for 4 hours with 95% ethanol as a solvent. The extract from *B. flabellifer* Linn contained phenolic content of 195.45 ± 1.73 mg GAE/g extract. It provided antioxidant capacity with IC_{50} of 50.14 ± 1.67 μ g/mL and tyrosinase inhibitory activity with IC_{50} of 0.65 ± 0.01 mg/mL. Extract stability for biological activity had been investigated for 2 months. Phenolic content, antioxidant and tyrosinase inhibitory activities were most stable at 4°C and their low stability was found at higher temperature. HPLC analysis revealed that the *B. flabellifer* Linn extract compose of two identified molecules of catechin gallate and quercetin, while major components were not be identified.

Keywords: Antioxidant/ *Borassus flabellifer* Linn/ Extration/ Phenolic content/ Tyrosinase Inhibition

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพและการป้องกันการเสื่อมสภาพของผิวก่อนวัยอันควรกันมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อความร่วงโรยและความเสื่อมสภาพของผิว ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้มีการนำส่วนผสมของสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น พืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระจะช่วยลดการทำลายของเซลล์ผิวและชะลอการเกิดริ้วรอยบนผิว และพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างเม็ดสีเมลานิน จะช่วยทำให้ผิวขาว กระจ่างใสขึ้น ซึ่งตาลโตนดนั้นเป็นพืชเศรษฐกิจ ที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตและภูมิปัญญาของคนไทยมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ นอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ผลผลิตสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากตาลโตนดยังสามารถพัฒนาส่งออกสู่ต่างประเทศ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าได้อีกด้วย มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อหุ้มเมล็ดตาลโตนด ว่าพบสาร saponins, tannins, flavonoid, glycosides, และ terpenoid (Alamelumangai, 2014) และได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในส่วนของใบและรากของต้นตาลโตนดพบสาร flavonoids, tannins, phenolic compounds และ saponins (Kommu, 2011) ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ อีกทั้งในตำราแพทย์แผนไทย ตาลโตนด ถูกนำไปใช้ใน

ตำรับยา ตานทั้ง5 สรรพคุณของตำรับนี้ คือ ดับพิษตานซาง ขับพยาธิทุกชนิด แก้ธาตุพิการและบำรุงเนื้อหนัง (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540) โดยพบว่ายังไม่มียานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ต่างๆของเปลือกต้นตาล โตนดและยังไม่เคยมีรายงานวิจัยใดๆเกี่ยวกับฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากส่วนเปลือกต้นของตาลโตนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจสกัดสารต้านอนุมูลอิสระและสารยับยั้งไทโรซิเนสจากเปลือกตาลโตนด นอกจากนั้นยังศึกษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบความคงตัวของสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนด หากพบว่าสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดี จะได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเวชสำอางที่ได้จากธรรมชาติต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสกัดสารจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนด
2. เพื่อหาปริมาณสารฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนด
3. เพื่อศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนดที่สภาวะต่างๆ
4. เพื่อวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดด้วยวิธี HPLC
5. เพื่อกำหนดมาตรฐานของผงและสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนด

ขอบเขตการวิจัย

1. กำหนดช่วงอายุเปลือกต้นตาลโตนดที่ช่วงอายุ15-20 ปี ที่ให้นำมาทดสอบ
2. สกัดสารจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนด ด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95%
3. ทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนด
4. ศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากส่วนเปลือกต้นตาลโตนดที่สภาวะต่างๆ
5. วิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดด้วยวิธี HPLC
6. กำหนดมาตรฐานของผงและสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนด

การทบทวนวรรณกรรม

ตาลโตนด (*B. flabellifer* Linn.) เป็นพันธุ์ไม้พุ่มพาล์มขนาดใหญ่ เป็นพาล์มที่แข็งแรงมากชนิดหนึ่ง ลำต้นเป็นเสี้ยนสีดำแข็งมาก แต่ใ้กลกลางลำต้นอ่อน บริเวณโคนต้นจะมีรากเป็นกลุ่มใหญ่ ผลกลมหรือรูปทรงกระบอกสั้น ๆ ผลเป็นเส้นใยแข็งเป็นมัน ตาลโตนดให้ผลครั้งแรกอายุ 15–20 ปี ในทางแพทย์แผนไทยส่วนของวงตาล มีสรรพคุณ แก้พิษตานซาง ขับพยาธิและส่วนราก มีสรรพคุณ แก้ไข้ร้อน แก้พิษตานซาง ชูกำลัง ขับพยาธิ (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2546) มีรายงานวิจัย ทำการศึกษาสารสกัดสมุนไพรรากโกลการออกฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรรากจากวงตาลด้วย ผู้ โดยศึกษาทดลองในหนูขาวเพศผู้ ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย streptozotocin แล้วป้อนสารสกัดร่วมทุกวันในปริมาณ 100 และ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าสารสกัดสมุนไพรรากจากวงตาลด้วย ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาต่อตับ และสามารถลด inflammatory cells infiltration ที่ตับของหนูขาวที่เป็นเบาหวานได้(เชนศ กฤตศุกฤกษ์, 2547) และมีรายงานวิจัยส่วนผลของ *B. flabellifer* Linn. ตามรายงานพบว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการประเมินสารสกัดได้นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยทดสอบใน *in-vitro* ด้วยวิธี DPPH (2, 2-Diphenyl-1 picrylhydrazyl) และ ABTS (2, 2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) และทำการวิเคราะห์พบว่ามี saponins, tannins, flavonoids, carbohydrates, amino acids และ phenolic เป็นส่วนประกอบในสารสกัดจากผล *B. flabellifer* Linn. (Pramod, 2013) และมีบทความรายงานว่า *B. flabellifer* Linn. มีการทำการศึกษาในพืช ได้ทำการเปิดเผย พบสาร steroidal, saponins, polysaccharide และ triterpenes มีรายงานว่าในจาวสดของต้นตาลมี vitamins A และ C ในขณะที่ผลสดพบเป็นแหล่งรวม vitamins B มีรายงานว่าต้น *B. flabellifer* Linn. มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งระดับน้ำตาลในเลือดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Gupta, 2013)

วิธีดำเนินการวิจัย

นำส่วนเปลือกต้นตาลโตนด ที่ได้จากแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโตนด หมู่ที่ 4 ตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี โดยจะทำการเลือกส่วนเปลือกต้นตาลโตนด ในช่วงอายุ 15-20 ปี ขึ้นไป ซึ่งมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว มาล้างทำความสะอาด และนำมาหั่นให้ขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C จนกว่าน้ำหนักคงที่ จากนั้นบดให้มีความอนุภาค 150 ไมโครเมตร นำผสมุนไพรรากที่ได้มาสกัดด้วย 95% เอทานอล (Alamelumangai, 2014) โดยใช้อัตราส่วน 1 : 10 (เปลือกต้นตาลโตนด : 95% เอทานอล) ทำการสกัดด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้น

นำมาทำการระเหยเอาทำตัวละลายเอทานอล 95% ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ได้เป็นสารสกัดหยาบ จากนั้นคำนวณหาร้อยละปริมาณสารสกัดที่ได้

นำสารสกัดมาทดสอบปริมาณสารฟีนอลิกในสารสกัดสมุนไพรทำได้โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetry โดยใช้กรดแกลลิก เป็นสารมาตรฐาน รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง 1 กรัม (mg gallic acid equivalents/g) การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของ Trolox ต่อกรัมสารสกัด (mg TEAC/g) หรือรายงานในรูปแบบ IC₅₀ (ความเข้มข้นของสารในการยับยั้งปฏิกิริยาได้ 50%) การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดโคจิก ต่อกรัมสารสกัด (mg KAC/g) หรือรายงานในรูปแบบ IC₅₀

การทดสอบความคงตัวของสารสกัด ทำได้โดยเก็บสารสกัดไว้ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, 45 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อศึกษาคุณสมบัติความคงตัวของสารสกัดทุก 7 วันโดยนำมาวิเคราะห์หาค่าสารประกอบฟีนอลิก วิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบสารสกัดในเปลือกต้นตาลโตนด ใช้ HPLC (Agilent Technologies 1260 Infinity) ในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน 6 ชนิด คือ Catechin gallate, Epigallocatechin gallate, Rosmarinic acid, α -mangostein, Quercetin และ Gallic acid ซึ่งทั้งหมดได้จาก Sigma สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ คอลัมน์ Inertsil ODS3 (4.6×250 mm ; 5 μ m) C18 mobile phase ที่ใช้คือ 1% acetic acid (solvent A) และ acetonitrile (solvent B) ใช้ระบบการชะแบบ gradient elution 0 min, 0% B; 10 min, 10% B; 30-40 min, 30% B; 50 min, 40% B; 70-80 min, 80% B; 85-95 min, 100% B; 98 min, 0% B, flow rate 0.8 ml/min, injection volume 20 μ l และ ใช้ detector DAD ที่ช่วง UV 280 nm

ผลการวิจัย

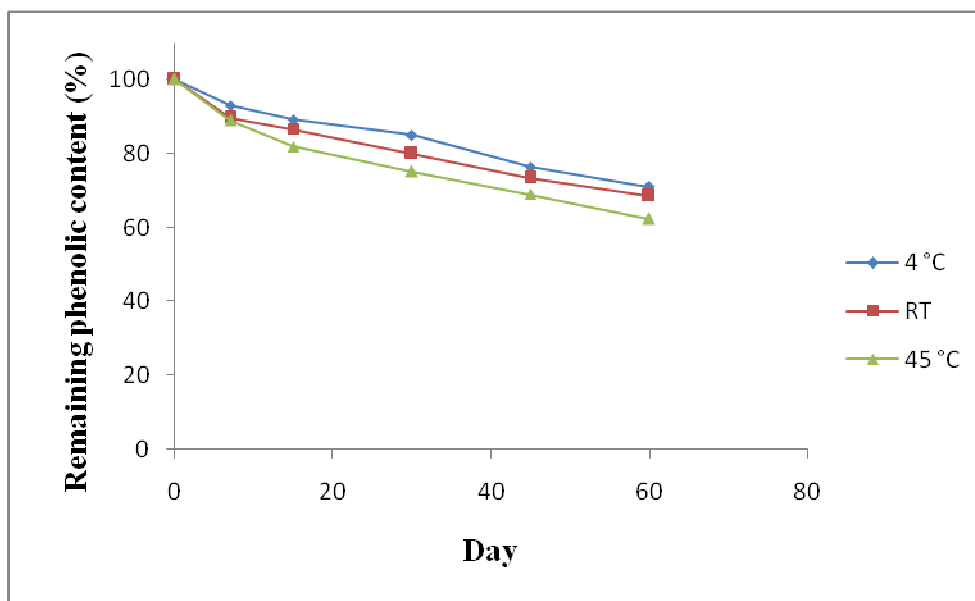
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดหยาบจากเปลือกต้นตาลโตนด ที่สกัดด้วย 95% เอทานอล ใช้เวลาการสกัด 4 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดที่ได้ มีสีน้ำตาลเข้ม ขึ้นหนืด สามารถคิดเป็นร้อยละผลผลิตของน้ำหนักรวมได้ 9.37 ± 0.22 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 197.23 ± 1.73 มิลลิกรัมเทียบกับกรดแกลลิก ต่อน้ำหนักสารสกัด และมีรายงานวิจัยทำการศึกษารากต้นตาลโตนด โดยทำการสกัดด้วย 95% เอทานอล เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และนำมาทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ได้เท่ากับ 707.08 มิลลิกรัมเทียบกับกรดแกลลิก

ต่อกรัสมสารสกัด (Lima และ Marzia, 2013) เมื่อนำมาเทียบกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากเปลือกต้นตาลโตนดในงานวิจัยนี้ เท่ากับ 197.23 มิลลิกรัมเทียบกับกรดแกลลิก ต่อกรัสมสารสกัด พบว่าส่วนรากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวมมากกว่าส่วนเปลือกต้นตาลโตนดคิดเป็น 3.6 เท่า โดยประมาณ

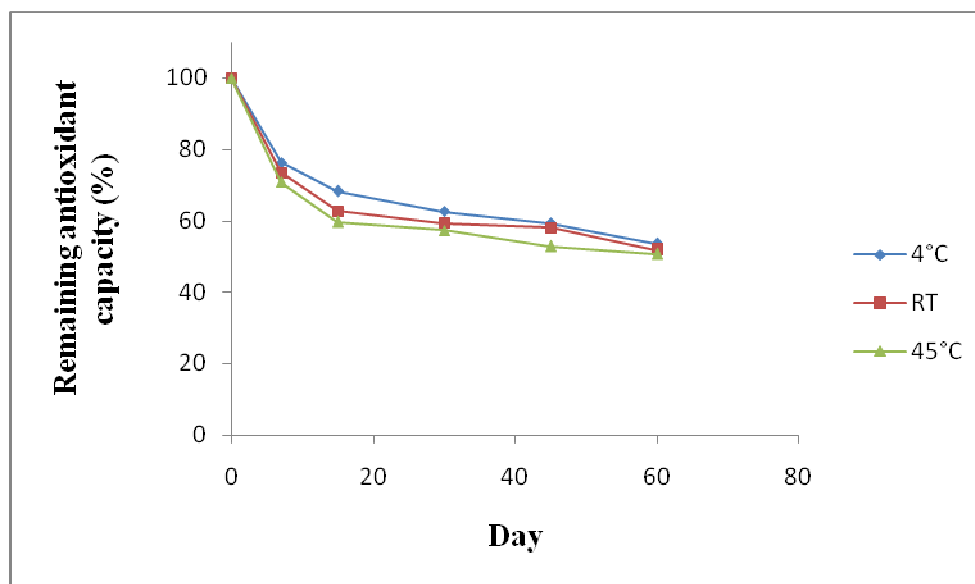
สารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 50.14 ± 1.67 $\mu\text{g/mL}$ โดยเปรียบเทียบกับค่า IC_{50} ของสารสกัดกับสารมาตรฐาน Trolox พบว่า ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 2.72 ± 0.02 $\mu\text{g/mL}$ ทั้งนี้สารสกัดจากเปลือกต้นตาลโตนดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่าสารมาตรฐาน Trolox และมีรายงานวิจัยนำส่วนผลอ่อน เยื่อหุ้มเมล็ดสุกและ cotyledon ของตาลโตนด โดยทำการสกัดด้วย 95% เอทานอล ด้วยวิธี marceration เป็นระยะเวลา 3 วัน จากนั้นนำมาทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยแสดงผลในรูปแบบค่า IC_{50} พบว่า ผลอ่อน เยื่อหุ้มเมล็ดสุก และ cotyledon มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.00, 0.900 และ 1.40 mg/mL ตามลำดับ (Singchai, 2015) เมื่อนำค่าผลทดลอง IC_{50} มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ จะพบว่า สารสกัดจากเปลือกต้นตาลโตนดที่ทำการสกัดด้วย 95% เอทานอล เหมือนกัน มีค่า IC_{50} ต่ำกว่า เท่ากับ 50.14 $\mu\text{g/mL}$ นั้นแสดงให้เห็นว่า สารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับ ผลอ่อน เยื่อหุ้มเมล็ดสุก และ cotyledon ของตาลโตนด คิดเป็น 21.3, 19.1 และ 29.8 เท่า โดยประมาณ ตามลำดับ

สารสกัดจากเปลือกต้นตาลโตนดให้ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.65 ± 0.01 mg/mL โดยเปรียบเทียบกับค่า IC_{50} ของสารสกัดกับสารมาตรฐานกรดโคจิก พบว่าสารสกัดโคจิก ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.04 ± 0.00 mg/mL จะพบว่าสารสกัดจากเปลือกต้นตาลโตนดมีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสได้น้อยกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิก

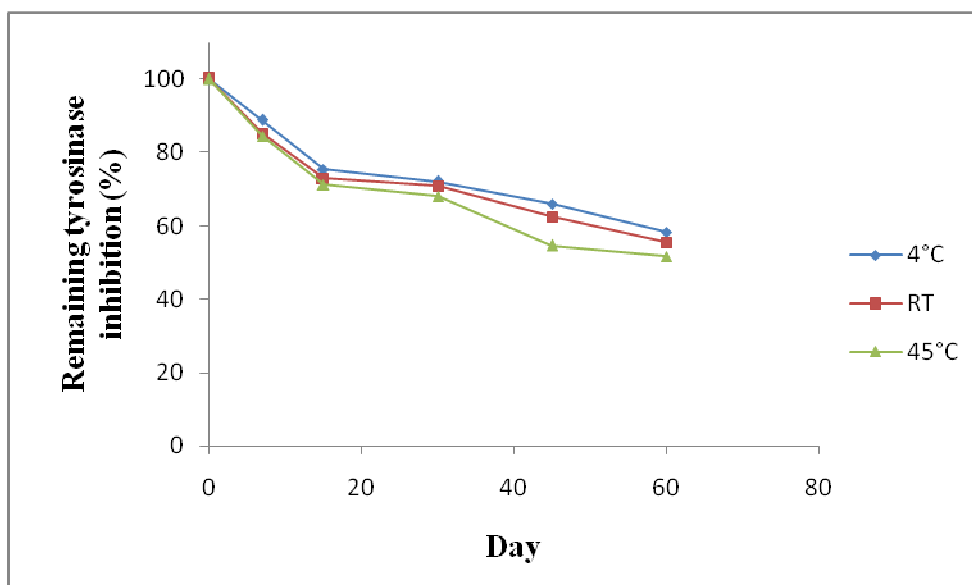
ความคงตัวของสารสกัดหยาบจากเปลือกต้นตาลโตนดที่เก็บไว้ใน 3 สภาวะ คือ ที่สภาวะ 4°C ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง และที่สภาวะ 45°C เป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยนำมาวิเคราะห์หาค่าสารประกอบฟีนอลิก วิเคราะห์หาค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และวิเคราะห์หาค่าฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำช่วยเก็บรักษาสารสกัดได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง มีรายงานการศึกษาพบว่าครีมที่ผสมอนุภาคนาโนที่กักเก็บสารสกัดดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น (สุวิษา ณ บุญหลง, 2555) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่แสดงให้เห็นว่าความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงมากกว่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 1 ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

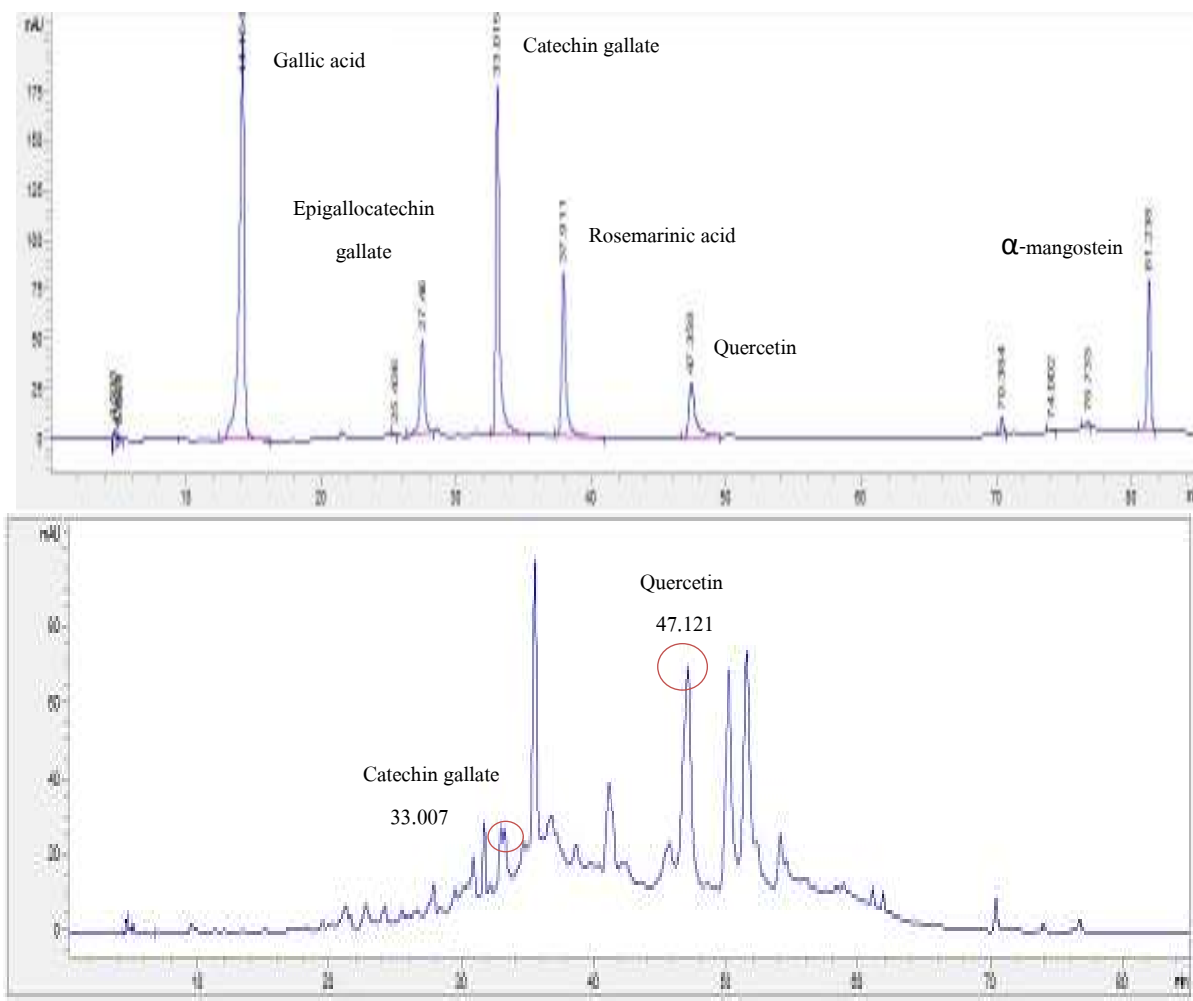


ภาพที่ 2 ความคงตัวของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 3 ความคงตัวของฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนด พบว่าสารสกัดเปลือกต้นตาลโตนดตรงกับสารมาตรฐาน ในช่วงเวลาที่ถูกระบุออกมาในนาที่ที่ 33 และในนาที่ที่ 47 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งได้แก่ catechin gallate และ quercetin ตามลำดับ



ภาพที่ 4 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐาน (A) และ สารสกัดเปลือกตาลโตนด (B)

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาส่วนอื่นของเปลือกต้นตาล โตนดเพิ่มเติม เช่น เปลือกผลตาล กาบใบตาล ราก
2. จากการศึกษาพบว่าที่สภาวะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อสารสกัดเปลือกต้นตาล โตนด ดังนั้นจึงควรเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิที่ 4°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษามากที่สุด
3. จากการศึกษาวิจัย พบว่าสารสกัดเปลือกต้นตาล โตนด มีสารประกอบฟีนอลิกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เพื่อเป็นการยืนยันผลว่ามีประสิทธิภาพให้ผลช่วยชะลอริ้วรอยและช่วยปรับเปลี่ยนสภาพผิวได้จึงควรมีการทดลองในอาสาสมัครต่อไป

รายการอ้างอิง

- ชเนศ กฤตสุภฤกษ์. (2548).การศึกษาผลของสารสกัดร่วมจากงวงตาลตัวผู้และเหง้าตำลึงต่อ โครมสร้างทั่วไปและลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของตับในหนูขาวเพศผู้ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยstreptozocin.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2557, จาก <http://alliedhs.buu.ac.th/images/stories/research/DrPrasert/Morphological%20and%20histo-pathological.pdf>
- วุฒิ วุฒิชิธรรมเวช. (2540). สารนุกรมสมุนไพร.กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.
- วุฒิ วุฒิชิธรรมเวช. (2546). ย่อเภสัชกรรมไทยและสรรพคุณสมุนไพร.กรุงเทพฯ: ศิลป์สยามบรรจุกัญท์และการพิมพ์.
- สุวิษา ณ บุญหลง. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางนาโนจากสารสกัดดอกดาวเรือง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2558, จาก http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2013/phars40313aj_abs.pdf
- Alamelumangai, M., Dhanalakshmi, J., Mathumitha, M., Renganayaki, R. S., Muthukumaran, P., &Saraswathy, N. (2014). *In vitro* studies on phytochemical evaluation and antimicrobial activity of *Borassus flabellifer* Linn against some human pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7(1), S182-S185.
- Gupta, S. K., Mayuri, K., Pancholi, S. S., Gupta, M. K., & Khinchi. (2013). A review on antidiabetic action of asanadi gana. *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*, 4(5), 638-646.
- Kommu, S., Vijayalaxmi, C., Gowri, S. N. L., Matsyagiri, L., Shankar, M.& Sandhya, S. (2011). Anti-oxidant activity of methanolic extracts of female *Borassu flabellifer* leaves and roots. *Pelagia Research Library*, 2(3), 193-199.
- Lina, S. M. M., Mahbub, K. M., Ashab, I., Al-Faruk, M. &Haque, S. (2013). Antioxidant and cytotoxicity potential of alcohol and petroleum ether extract of *Borassus flabellifer* Linn. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(5), 1852-1857.

- Pramod, H. J., Yadav, A.V., Raje, V. N., Mohite, M. &Wadkar, G. (2013). Antioxidant activity of *Borassus flabellifer* (Linn.) fruits. *Asian Journal of Pharmacy and Technology*, 3(1), 16-19.
- Singchai, B., Kansane, K., &Chourykaew, B. (2015). Phytochemical Screening and Biological activities of *Borassus flabellifer* L. *Asian Journal of Parmaceutical And Clinical Research*, 8(3), 151-153.