บทความวิจัย

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสละและการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สบู่

สุนิษา สุวรรณเจริญ ธีรพิชญ์ เกษมสุข นันทพร มูลรังษี อุดม เครือวัลย์ ศุทธินี เมฆประยูร จรัสศรี เอิบสภาพ และ อาภาพร บุญมี*
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 3931 9111 ต่อ 28913 อีเมล: apaporn.b@rbru.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.03.010
รับเมื่อ 13 สิงหาคม 2563 แก้ไขเมื่อ 7 ธันวาคม 2563 ตอบรับเมื่อ 6 มกราคม 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 22 มีนาคม 2564
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

พืชสกุลสละเป็นหนึ่งในพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งกระบวนการแปรรูปพืชสกุลนี้ทำให้เกิดเปลือกและเมล็ดสละเป็นของเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกและเมล็ดของสละด้วยการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเมล็ดของพืชสกุลสละและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยได้คัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของพืชสกุลสละ 5 ชนิด คือ ระกำ สละกำ สละหม้อ สละเนินวง และสละสุมาลี ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดเอทานอลของเปลือกพืชสกุลสละมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเปลือกสละสุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยพบว่า เปลือกสละสุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงใกล้เคียงวิตามินซี (IC_{50} 1.03 ± 0.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และสูงกว่าเมล็ด และเนื้อสละ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 7.93 ± 0.04, 99.22 ± 0.51 และ 353.98 ± 1.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดเอทานอลของเปลือกสละสุมาลียังแสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงกว่าเมล็ดและเนื้อสละ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 419.80 ± 3.22 1821.62 ± 6.69 และมากกว่า 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าสารมาตรฐานโคจิก (IC_{50} 1.18 ± 0.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อนำสารสกัดเอทานอลของเปลือกสละสุมาลีมาผสมในสบู่กลีเซอรีนแบบก้อนใสและก้อนขุ่นพบว่าสบู่ทั้งสองชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแต่น้อยกว่าสารสกัดเอทานอลก่อนการผสม โดยมีค่า IC_{50} เมื่อใช้ เอทานอลเป็นตัวทำละลายสบู่เท่ากับ 351.13 ± 24.74 และ 347.56 ± 18.71 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: สารสกัดสละ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พฤกษเคมี สบู่

การอ้างอิงบทความ: สุนิษา สุวรรณเจริญ, ธีรพิชญ์ เกษมสุข, นันทพร มูลรังษี, อุดม เครือวัลย์, ศุทธินี เมฆประยูร, จรัสศรี เอิบสภาพ และ อาภาพร บุญมี, "ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสละและการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สบู่," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 4, หน้า 1033–1043, ต.ค.–ธ.ค. 2565.

Research Article

Antioxidant Activity of Salak and Soap Product Development

Sunisa Suwancharoen, Teerapich Kasemsuk, Nuntaporn Moonrungsee, Udom kurewan, Sutthinee Mekprayoon, Jarassri Oebsapap and Apaporn Boonmee*
Department of Chemistry, Faculty of Science, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 3931 9111 Ext. 28913, E–mail: apaporn.b@rbru.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.03.010
Received 13 August 2020; Revised 7 December 2020; Accepted 6 January 2021; Published online: 22 March 2021
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Salacca is one of the important economic plant of Thailand of which the fruit processing causes an abundance of peels and seeds as agricultural waste. Therefore, to increase the value of salak peels and seeds, antioxidant activity screening and antioxidant soap product developed from these agricultural wastes were studied in this research. Five cultivars of Salacca genus; Rakam, Salakam, Salamoa, Noenwong, and Sumalee, were determined for an antioxidant activity using DPPH assay. The result revealed that ethanolic extracts by maceration of salak peels showed significantly higher than those from salak seeds ($p \leq 0.05$). Sumalee peels' ethanolic extracts exhibited the highest antioxidant activity which was close to the activity of vitamin C (IC_{50} 1.03 ± 0.04 μg/mL) and higher than those of the seed and plump extracts with the IC_{50} of 7.93 ± 0.04, 99.22 ± 0.51, and 353.98 ± 1.70 μg/mL, respectively. Moreover, tyrosinase inhibitory activity of Sumalee peel extracts also presented higher activity than the seed and plump extracts with the IC_{50} of 419.80 ± 3.22, 1821.62 ± 6.69, and >1000 μg/mL, respectively but lower than Kojic acid standard (IC_{50} 1.18 ± 0.24 μg /mL). After Sumalee peels' ethanolic extracts were mixed in the clear and opaque glycerin soap, the antioxidant of both soap types was detected but less than the ethanol extract before mixing with the IC_{50} at 351.13 ± 24.74 and 347.56 ± 18.71 μg/mL, respectively.

Keywords: Salacca, Antioxidant, Tyrosinase Inhibition, Phytochemical, Soap

Please cite this article as: S. Suwancharoen, T. Kasemsuk, N. Moonrungsee, U. kurewan, S. Mekprayoon, J. Oebsapap, and A. Boonmee, "Antioxidant activity of salak and soap product development ," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 4, pp. 1033–1043, Oct.–Dec. 2022 (in Thai).

1. บทนำ

สละเป็นพืชในตระกูลปาล์ม (Arecaceae) ผลมีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน ปลูกกันมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และในประเทศไทย โดยพื้นที่ปลูกสละมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของประเทศคือ จังหวัดจันทบุรี พืชสกุลสละที่นิยมปลูกมีหลายสายพันธุ์ เช่น สละสุมาลี สละเนินวง ซึ่งเป็นที่รู้จักและนิยมรับประทาน นอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์อื่นๆ อีก เช่น สละหม้อ สละกำ และระกำ แต่ไม่เป็นที่นิยมนัก การใช้ประโยชน์จากสละโดยส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะในส่วนของผลสละโดยมีการบริโภคสละทั้งแบบผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น สละลอยแก้ว สละกวน แยมสละ ส่วนของเปลือกและเมล็ดยังมีการใช้ประโยชน์น้อยมากโดยในประเทศไทยถูกทิ้งให้เป็นของเสียทางการเกษตร แต่ในประเทศอินโดนีเซียเมล็ดสละได้ถูกนำมาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟ [1]

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของสละพบว่า มีหลากหลายชนิด โดยสารประกอบส่วนใหญ่ที่พบในผลของสละเป็นสารในกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก รองลงมาเป็นสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ คีโตน สารที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 15.9, 1.3, 0.8, 0.7, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ โดยมีสาร Methyl-3-hydroxy-3-methylpentanone และ Methyl-(*E*)-3 methylpenta-2-enoate [2] เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังพบว่า ผลสละมีวิตามินซีและสารประกอบพอลิฟีนอลในปริมาณที่มากกว่ามังคุด ทุเรียน มะม่วง และอะโวคาโด [3] สำหรับเปลือกของสละตรวจพบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด อาทิเช่น Gallic Acid, Chlorogenic Acid, Caffeic Acid และ Quercetin ในส่วนของรากพบ β-Sitosterol และ Triacylglycerols ส่วนของดอกพบ β-Sitosterone, Stigmasterol และ Linoleic acid สำหรับในส่วนของเมล็ดพบ β-Sitosteryl-3β-glucopyranoside-6'-*O*-fatty Acid [2]

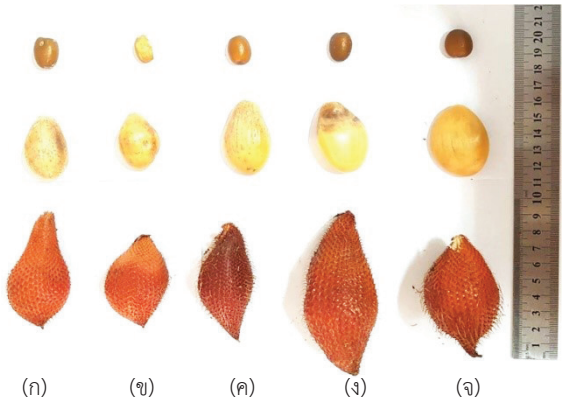
สละเป็นผลไม้ที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายชนิด เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [4], [5] ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลในเลือดโดยพบว่าสารสกัดจากเปลือกมีฤทธิ์ยับยั้งที่ดีกว่าเนื้อ [6] นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยพบว่าสารสกัดเอทานอลจากสละสายพันธุ์ (*Salacca edulis* Reinw.) var. Bongkok สามารถลดระดับการสังเคราะห์กรดยูริกและเพิ่มระดับการขับถ่ายกรดยูริกในปัสสาวะของหนูได้ [7] สำหรับฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอางพบว่า สารสกัดเอทานอลของผลสละสามารถใช้เป็นสารสำหรับทำให้ผิวขาว เนื่องจากมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และเมื่อนำไปผสมในครีมสามารถลดการเกิดเม็ดสีเมลานินเมื่อทดลองใช้กับผิวหนังของผู้ทดสอบได้ [8] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Moonrungsee และคณะ [9] ที่พบว่า สารสกัดเอทานอลของสละสามสายพันธุ์ ได้แก่ สุมาลี เนินวง และหม้อ มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

จากรายงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าสละมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจ แต่การใช้ประโยชน์จากเปลือกและเมล็ดของสละยังมีการใช้อยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเมล็ดสละสายพันธุ์ต่างๆ และศึกษาการนำสารสกัดที่ได้ไปใช้ในการเตรียมสบู่ก้อนแข็งทั้งแบบใสและแบบขุ่น และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการนำเปลือกและเมล็ดสละไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้นต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมสารสกัดสละสำหรับการคัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบื้องต้น

พืชสกุลสละที่ใช้ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ สละหม้อ สละสุมาลี สละเนินวง สละกำ และระกำ (รูปที่ 1) ได้จากแปลงของเกษตรกร อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ส่วนที่ใช้ทดสอบคือ เปลือกและเมล็ด โดยนำเปลือกและเมล็ดสละมาล้างทำความสะอาด แล้วผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น นำเปลือกและเมล็ดสละที่ปั่นละเอียดแล้ว มาชั่งน้ำหนักในช่วง 100–300 กรัม และนำไปแช่ในตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 พอให้ท่วมตัวอย่าง ทำการสกัดเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้น



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

รูปที่ 1 ลักษณะผล เปลือก เนื้อ และเมล็ดของพืชสกุลสละ (ก) ระกำ (ข) สละกำ (ค) สละหม้อ (ง) สละเนินวง (จ) สละสุมาลี

นำไปกรอง และทำการระเหยเอทานอลด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบลดความดัน ซึ่งจะได้สารสกัดจากเปลือกและเมล็ดของสละที่มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของสารสกัด และนำมาคำนวณหาร้อยละผลผลิตโดยเก็บรักษาสารสกัดไว้ในที่ทึบแสง ที่อุณหภูมิห้อง

2.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระงานวิจัยนี้ใช้การทดสอบกับอนุมูลอิสระ DPPH โดยดัดแปลงจากวิธีของ Kanlayavattanakul และคณะ [10] โดยชั่งสารสกัดจากสละ 0.0250 กรัม นำมาละลายและปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ครบ 25 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดจากสละที่มีความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางด้วยเอทานอลให้มีความเข้มข้นต่างๆ ปิเปตต์ตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร และสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.4×10^{-4} โมลาร์ 0.5 มิลลิลิตร ในเอทานอลร้อยละ 95 วางไว้ 30 นาที ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น SPEKOL 1300 SA ทำ 3 ซ้ำในแต่ละความเข้มข้น หลังจากนั้นนำข้อมูลจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ (1) แล้วนำค่าการยับยั้งที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์เทียบกับความเข้มข้นเพื่อหาค่า IC_{50}

$$\%\ DPPH\ Inhibition = \frac{(A_c - A_s) \times 100}{A_c} \quad (1)$$

เมื่อ A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม
A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

2.3 การเตรียมสารสกัดสละสำหรับการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่

การเตรียมสารสกัดทำโดยนำสละที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดจากการคัดกรองเบื้องต้น 2 กิโลกรัม มากำจัดหนามออกและแยกส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ดออกจากกันนำทั้ง 3 ส่วนมาชั่งน้ำหนักและนำส่วนเปลือกไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ ส่วนของเมล็ดนำมาหั่นและปั่นให้ละเอียด ในส่วนของเนื้อผลสละนำมาบดให้ละเอียด ตัวอย่างที่เตรียมไว้ข้างต้น นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 โดยปริมาตร 1 ลิตร ในโหลแก้วปิดสนิทหมักทิ้งไว้ 3 วัน กรองตัวอย่างด้วยผ้าขาวบางและกรองซ้ำอีกครั้งผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศลดความดัน แล้วนำกากที่เหลือนำมาหมักต่อด้วยเอทานอลซ้ำอีกครั้ง นำสารสกัดเอทานอลที่ได้จากการกรองครั้งแรกและครั้งที่ 2 มารวมกันแล้วนำไปประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ชั่งน้ำหนักสารสกัด และคำนวณหาร้อยละผลผลิต (% Yield) โดยสารสกัดเปลือก เมล็ด และเนื้อสละนี้จะถูกนำไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ต่อไป

2.4 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสใช้วิธี Dopachrome เทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิก (Kojic Acid) โดยดัดแปลงจาก Moonrungsee และคณะ [9] การทดสอบเริ่มต้นจากการเตรียมสารละลายตัวอย่างเพื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยแบ่งเป็นส่วนเปลือก เมล็ด และเนื้อ ชั่งสารสกัดหยาบของสละชนิดละ 0.020 กรัม ละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตรเขย่า 30 นาที เพื่อช่วยการละลาย ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

จะได้สารละลายเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตร ให้ได้ความเข้มข้น 125, 250, 500, 750 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดโคจิกเพื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ทำโดยชั่งกรดโคจิก 0.010 กรัม ละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 20 โดยปริมาตร เขย่า 30 นาที เพื่อช่วยการละลาย ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ได้สารละลายเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 20 โดยปริมาตร ให้ได้ความเข้มข้น 1.25, 2.5, 5, 7.5 และ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส นำสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิกโดยใช้เอนไซม์ไทโรซิเนส 50 ไมโครลิตร ผสมกับโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.02 โมลาร์ (pH 6.8) 150 ไมโครลิตร และสารตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกันดีแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 3 นาที จากนั้นเติมสารละลาย L-DOPA (3.2 มิลลิโมลาร์) 50 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุมของถาดหลุม 96 ช่อง (96 Well Plate) เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ (Microplate Reader) จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้งที่ความยาวคลื่นเดิม นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ตามสมการที่ (2)

$$\%\ Tyrosinase\ Inhibition = \frac{[(A-B)-(C-D)] \times 100}{(A-B)} \quad (2)$$

A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม
B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์ชุดควบคุม
C คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดสารตัวอย่าง
D คือ ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์ชุดสารตัวอย่าง

2.5 การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นได้ใช้วิธีการเกิดตะกอนหรือเกิดสีโดยดัดแปลงจากงานวิจัยของ Ayoola และคณะ [11] โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

อัลคาลอยด์ (Alkaloids) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 2–3 นาที จากนั้นกรอง แล้วนำส่วนสารละลายมาทดสอบด้วยน้ำยาดราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's Reagent) หากปรากฏตะกอนสีส้ม แสดงว่าพบอัลคาลอยด์

แทนนิน (Tanins) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 5 มิลลิลิตร อุ่น 15 นาที ถ้าขุ่นให้หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร 4–5 หยด จากนั้นนำไปกรอง นำสารละลายที่ได้จากการกรองมาทดสอบกับสารละลายเจลาตินเข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร หากปรากฏตะกอนสีขาวขุ่น แสดงว่าพบแทนนิน

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 5 มิลลิลิตร อุ่น 15 นาที ถ้าขุ่นให้หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร 4–5 หยด จากนั้นนำไปกรอง นำสารละลายที่ได้จากการกรองมาทดสอบกับสารละลายเฟอริกคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร หากปรากฏสีเขียวปนดำหรือเขียวปนน้ำตาล แสดงว่าพบสารประกอบฟีนอลิก

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ลวดแมกนีเซียมชิ้นเล็กๆ ลงไป 2–3 ชิ้น จากนั้นนำไปต้ม และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ถ้าได้สารละลายสีเหลือง ส้ม หรือแดง แสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

ซาโปนิน (Saponins) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด จากนั้นไปกรอง และนำสารละลายที่ได้จากการกรองมาเติมน้ำกลั่น 2–3 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรง หากมีฟองเกิดขึ้น แสดงว่าพบซาโปนิน

เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 2 ครั้ง (3–5 มิลลิลิตร) จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น หากเกิดสีน้ำตาลแดงระหว่างรอยต่อของสารละลาย แสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

แอนทราควิโนน (Anthraquinones) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม

เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 5 นาที กรองแล้วปล่อยให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิห้อง สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม จากนั้นเติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร 2–3 หยดสังเกตสีชมพูแดงที่เกิดขึ้น แสดงว่าพบแอนทราควิโนน

คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac Glycosides) แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ตามโครงสร้างพื้นฐานของคาร์ดิแอกไกลโคไซด์คือ ส่วนสเตียรอยด์ (Steroids) และน้ำตาลดีออกซี (Deoxy-Sugar) โดยมีการทดสอบดังนี้

สเตียรอยด์ ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม สกัดสีออกด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 โดยปริมาตร 2–3 ครั้ง ทดสอบสเตียรอยด์ด้วยการทดสอบลีเบอร์แมน (Liebermann Test) โดยการเติมกรดอะซิติก 3 หยด และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 หยด หากปรากฏสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียว แสดงว่าพบสเตียรอยด์

น้ำตาลดีออกซี ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม สกัดสีออกด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 โดยปริมาตร 2–3 ครั้ง ทดสอบน้ำตาลดีออกซีด้วยการทดสอบ เคลเลอร์คีเลียนี (Keller-Kiliani Test) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะซิติก 1 มิลลิลิตร สารละลายเฟอริกคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร 1–2 หยด ผสมให้เข้ากัน เอียงหลอดทดลอง ค่อยๆ รินกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ลงไปตามผนังด้านในของหลอดทดลองให้เกิดการแยกชั้น หากปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลแดงตรงรอยต่อระหว่างสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบน้ำตาลดีออกซี

อิริดอยด์ไกลโคไซด์ (Iridoid Glycosides) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม สกัดสีออกด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 โดยปริมาตร 2–3 ครั้ง เติมกรดอะซิติกปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2 โดยมวลต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตร ถ้าสารละลายกลายเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำเงิน แสดงว่าพบอิริดอยด์ไกลโคไซด์

2.6 การเตรียมสบู่สารสกัดสละ

การเตรียมสารสกัดจากสละเพื่อใช้ทำสบู่ โดยชั่งสารสกัดจากเปลือกสละสายพันธุ์สุมาลีนำมาละลายด้วย เอทานอลร้อยละ 95 จากนั้นนำไปผสมให้เข้ากันดีด้วยเครื่องอัลตราโซนิกที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จะได้สารละลายใสสีน้ำตาล จากนั้นนำไปใส่ในเบสสบู่กลีเซอรีน 5 กรัม ให้ได้สบู่ที่มีสารสกัดเปลือกสละสุมาลีที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.50, 1.00 และ 2.00 โดยมวล โดยเบสสบู่ได้ผ่านการให้ความร้อนจนหลอมละลายแล้วที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนให้สารสกัดและเบสสบู่กลีเซอรีนเข้ากันอย่างช้าๆ เพื่อลดการเกิดฟองอากาศเทใส่แม่พิมพ์สบู่รูปสี่เหลี่ยม จากนั้นตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 60 นาที สบู่จะขึ้นก้อนแข็งตัว นำสบู่ที่เตรียมได้มาตัดและชั่งมวล 1 กรัม มาละลายน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีเบสสบู่ที่ไม่ใส่สารสกัดเป็นตัวควบคุม ทำการทดลองซ้ำอีกหนึ่งครั้ง แต่เปลี่ยนจากการละลายสบู่ในน้ำกลั่นมาละลายในตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 แทนน้ำกลั่น

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูลโดยใช้ One-Way Anova ด้วยโปรแกรม IBM SPSS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการคัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเมล็ดของสละสายพันธุ์ต่างๆ

จากการสกัดเปลือกและเมล็ดของพืชสกุลสละจำนวน 5 ชนิด คือ ระกำ สละเนินวง สละกำ สละหม้อ และสละสุมาลี ด้วยวิธีแช่ที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล ได้ผลผลิตของสารสกัดเทียบกับน้ำหนักสดอยู่ในช่วงร้อยละ 1.86–9.64 ดังตารางที่ 1

โดยส่วนใหญ่ผลผลิตสารสกัดจากเปลือกจะมีร้อยละสูงกว่าผลผลิตของสารสกัดจากเมล็ด สำหรับสารสกัดเอทานอลจากเปลือกและจากเมล็ดที่มีร้อยละผลผลิตสูงที่สุด ได้แก่ สารสกัดเอทานอลของเปลือกสละกำ และเมล็ดสุมาลี ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารที่สกัดได้จากเปลือกและเมล็ดของสละ

ตัวอย่าง	ร้อยละผลผลิต	IC_{50} เฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
เปลือกระกำ	4.96	18.65 ± 1.79[a]
เปลือกสละเนินวง	2.96	23.02 ± 2.71[a]
เปลือกสละกำ	9.64	20.76 ± 1.53[a]
เปลือกสละสุมาลี	3.31	18.04 ± 1.92[a]
เปลือกสละหม้อ	6.23	20.16 ± 1.27[a]
เมล็ดระกำ	1.99	433.14 ± 54.64[b]
เมล็ดสละเนินวง	2.60	439.04 ± 24.43[b]
เมล็ดสละกำ	2.08	686.70 ± 13.44[c]
เมล็ดสละสุมาลี	3.48	561.65 ± 52.97[d]
เมล็ดสละหม้อ	1.86	467.51 ± 64.70[b]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันหมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำสารสกัดเอทานอลของเปลือกและเมล็ดของสละสายพันธุ์ต่างๆ มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่ามีฤทธิ์การยับยั้ง (IC_{50}) อยู่ในช่วง 18.04–686.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยสารสกัดเอทานอลจากเปลือกของทุกสายพันธุ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเมล็ดไม่น้อยกว่า 20 เท่า และเปลือกของสละสายพันธุ์สุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมี IC_{50} เท่ากับ 18.04 ± 1.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกสละชนิดอื่น

3.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสละสายพันธุ์สุมาลี

จากการคัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบื้องต้นพบว่าสารสกัดเอทานอลของเปลือกสละสายพันธุ์สุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ประกอบกับโดยส่วนใหญ่ในจังหวัดจันทบุรี มีการนำสละสายพันธุ์สุมาลีมาแปรรูปมากกว่าสายพันธุ์อื่น ผู้วิจัยจึงได้เลือกสละสุมาลีมาทำการทดสอบต่อเพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและพฤกษเคมี ของสารสกัดหยาบจากเปลือก เมล็ด รวมไปจนถึงในส่วนของเนื้อของสละ โดยในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ใช้สารละลายมาตรฐานวิตามินซีเป็นสารควบคุมเชิงบวก และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสใช้สารมาตรฐานกรดโคจิกเป็นสารควบคุมเชิงบวก ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า เปลือกสละสุมาลีมีฤทธิ์ที่สูงกว่าในส่วนของเมล็ดและเนื้อสละโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และใกล้เคียงกับสารมาตรฐานวิตามินซี และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสก็พบว่า ในส่วนของเปลือกสละมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่สูงกว่าเมล็ดและเนื้อเช่นเดียวกัน แต่มีฤทธิ์ที่ต่ำกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิก สำหรับเนื้อของสละสุมาลีพบว่า ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีร้อยละการยับยั้งเพียงร้อยละ 4.17 ซึ่งต้องใช้ความเข้มข้นมากกว่า 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จึงจะสามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ร้อยละ 50

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากสละสุมาลี

สารตัวอย่าง	IC_{50} (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	
	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส
เปลือกสละสุมาลี	7.93 ± 0.04[a]	419.80 ± 3.22[a]
เมล็ดสละสุมาลี	99.22 ± 0.51[b]	1821.62 ± 6.69[b]
เนื้อสละสุมาลี	353.98 ± 1.70[c]	>1000*
วิตามินซี	1.03 ± 0.04[d]	-
กรดโคจิก	-	1.18 ± 0.24[c]

หมายเหตุ: * ที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เนื้อสละสุมาลีมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เพียงร้อยละ 4.17

- ไม่ได้ทำการตรวจวัด

3.3 ผลการทดสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากสละพันธุ์สุมาลี

สำหรับการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากสละพันธุ์สุมาลี โดยทดสอบหาสารในกลุ่มพฤกษเคมีทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ อัลคาลอยด์ แทนนิน สารประกอบ

ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ แอนทราควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ อิริดอยด์ไกลโคไซด์ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3 จากผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีพบว่า เปลือกสละมีชนิดของพฤกษเคมีมากที่สุดถึง 8 ชนิด ไม่พบเพียงชนิดเดียวคือ แอนทราควิโนน ในขณะที่เมล็ดสละพบพฤกษเคมี 5 ชนิด คือ อัลคาลอยด์ สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ส่วนเนื้อของสละพบพฤกษเคมีน้อยที่สุด โดยตรวจพบเพียง 2 ชนิด คือ ฟลาโวนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ เมื่อพิจารณาชนิดพฤกษเคมีที่พบในเปลือก เมล็ด และเนื้อสละ พบว่า มีสารสองชนิดที่พบทั้งสามส่วนนี้ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ในขณะที่ แทนนิน ซาโปนิน และอิริดอยด์ไกลโคไซด์ พบเฉพาะในเปลือกของสละเท่านั้น ไม่พบในเมล็ดและเนื้อของสละ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากสละสายพันธุ์สุมาลี

พฤกษเคมี	ชนิดของสารสกัดสละ		
	เปลือก	เมล็ด	เนื้อ
อัลคาลอยด์	+	+	-
แทนนิน	+	-	-
ฟีนอลิก	+	+	-
ฟลาโวนอยด์	+	+	+
ซาโปนิน	+	-	-
เทอร์พีนอยด์	+	+	-
แอนทราควิโนน	-	-	-
คาร์ดิแอกไกลโคไซด์	+	+	+
อิริดอยด์ไกลโคไซด์	+	-	-

หมายเหตุ: เครื่องหมาย + คือ ตรวจพบสารพฤกษเคมี
เครื่องหมาย - คือ ตรวจไม่พบสารพฤกษเคมี

3.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากพืชสกุลสละ

จากการคัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบื้องต้นที่พบว่าสารสกัดเอทานอลของเปลือกสละสายพันธุ์สุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกสารสกัดจากเปลือกสละสายพันธุ์สุมาลีนี้มาใช้ในการเตรียมเป็นสบู่ ซึ่งสบู่ที่เตรียมใช้เบสสบู่กลีเซอรีนสองชนิดคือ เบสสบู่ชนิดใสและเบสสบู่ชนิดขุ่น โดยเตรียมสบู่ที่มีส่วนผสมของสารสกัดเปลือกสละสุมาลีคิดเป็นร้อยละ 0.50, 1.00 และ 2.00 ตามลำดับ โดยได้นำสบู่ก้อนมาละลายในตัวทำละลายน้ำ และตัวทำละลายเอทานอล แล้วนำสารละลายที่ละลายได้มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดสอบเป็นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่ก้อนขุ่นและสบู่ก้อนใสที่ผสมสารสกัดเปลือกสละสุมาลี

ตัวทำละลาย	ชนิด สบู่ก้อน	IC_{50} (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
น้ำ	ใส	410.90 ± 7.83^{a}
น้ำ	ขุ่น	395.84 ± 3.05^{a}
เอทานอล	ใส	351.13 ± 24.74^{b}
เอทานอล	ขุ่น	347.56 ± 18.71^{b}

จากผลการทดสอบพบว่า สบู่ทั้งชนิดก้อนใสและชนิดก้อนขุ่นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกันโดยสบู่ก้อนใสและสบู่ก้อนขุ่นมีค่า IC_{50} เท่ากับ 410.90 ± 7.83 และ 395.84 ± 3.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อใช้น้ำเป็นตัวทำละลายสบู่ แต่เมื่อใช้เอทานอลในการละลายสบู่ก้อนพบว่า จะมีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระที่สูงกว่าการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสบู่ก้อนใสและสบู่ก้อนขุ่นเมื่อละลายเอทานอลพบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 351.13 ± 24.74 และ 347.56 ± 18.71 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยชนิดของสบู่ก้อนใสและสบู่ก้อนขุ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการคัดกรองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเมล็ดของพืชสกุลสละ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ระกำ สละกำ สละหม้อ สละเนินวง และสละสุมาลี พบว่า เปลือกของสละทั้ง 5 สายพันธุ์นี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเมล็ด โดยเปลือกของสละ

แต่ละสายพันธุ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเปลือกสละสายพันธุ์สุมาลีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนต่างๆ ของสละพันธุ์สุมาลีแล้วพบว่า ส่วนของเปลือกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าเมล็ดและเนื้อสละตามลำดับ โดยเปลือกมีฤทธิ์ที่ใกล้เคียงกับวิตามินซีสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanlayavattanakul และคณะ [10] นอกจากนี้ยังพบว่า เปลือกสละสุมาลีมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดีกว่าเมล็ดและเนื้อ แต่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่ต่ำกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิก จากการศึกษาชนิดพฤกษเคมีในส่วนของเปลือกสละพบว่า มีพฤกษเคมีจำนวนชนิดมากกว่าที่พบในเมล็ดและเนื้อของสละ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาสารในกลุ่มฟีนอลิก พบทั้งแทนนิน สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ ในเปลือกของสละสายพันธุ์สุมาลีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanlayavattanakul และคณะ [10] และงานวิจัยของ Girsang และคณะ [12] ซึ่งการพบสารในกลุ่มฟีนอลิกที่หลากหลายชนิดอาจส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงกว่าในเมล็ดและเนื้อสละ สำหรับในเมล็ดตรวจพบอัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wazir [13] ที่พบสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ในเมล็ดสละ ส่วนในเนื้อของสละพบเพียงสารประกอบฟลาโวนอยด์ และคาร์ดิแอกไกโคลไซด์ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Suica-Bunghez และคณะ [5] ที่พบว่า เนื้อสละสายพันธุ์อินโดนีเซียพบทั้งสารประกอบโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และโมโนเทอร์พีนอยด์เป็นองค์ประกอบ และแตกต่างจากงานวิจัยของ Saleh และคณะ [14] ซึ่งพบว่า ในเนื้อสละมีซาโปนิน คาร์โบไฮเดรต และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ แต่ไม่พบอัลคาลอยด์ และฟลาโวนอยด์ เป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์สละที่ใช้ในการศึกษาตลอดจนวิธีในการสกัดที่แตกต่างกันส่งผลให้การตรวจพบพฤกษเคมีในเนื้อของสละแตกต่างกันด้วย

ในปัจจุบันได้มีการนำสารสกัดสมุนไพรมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลิตภัณฑ์สบู่ เช่น การพัฒนาสบู่กลีเซอรีนที่มีสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ [15] การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากกากกาแฟอาราบิก้า [16] การพัฒนาสบู่ว่านหางจระเข้ผสมน้ำผึ้ง [17] การพัฒนาสบู่ผสมใบทับทิมทั้งแบบสบู่เหลวและสบู่ก้อน [18] โดยได้มีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่ที่ได้พัฒนาขึ้นและพบว่า สบู่สารสกัดสมุนไพรยังคงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรที่เป็นส่วนผสม สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำสารสกัดเอทานอลของเปลือกสละสุมาลีมาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์คือ สบู่ก้อนสารสกัดเปลือกสละซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยได้ผลิตเป็นสบู่ก้อนต้นแบบ 2 ชนิด คือ สบู่ก้อนขุ่น และสบู่ก้อนใส โดยใช้เบสสบู่กลีเซอรีนชนิดขุ่นและใสที่ไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำการเปรียบเทียบตัวทำละลายสองชนิด คือ เอทานอล และน้ำ ที่ใช้ในการละลายสบู่เพื่อเปรียบเทียบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอาจลดลงเนื่องจากการไม่ละลายของสารออกฤทธิ์ในสบู่ ผลการวิจัยพบว่า ชนิดของเบสสบู่ที่ใช้ทั้งสบู่ก้อนใสและสบู่ก้อนขุ่นไม่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในขณะที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่เมื่อใช้ตัวทำละลายในการละลายสบู่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการผลิตสบู่สารสกัดสละในรูปแบบสบู่ก้อนอาจไม่เหมาะสมนัก เนื่องจากหากใช้สบู่ในการทำความสะอาดโดยใช้น้ำร่วมด้วย สารออกฤทธิ์จะละลายออกมาในน้ำได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็นทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่จะลดลงจากเดิมที่เป็นสารสกัดค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการหลอมเหลวเบสสบู่ต้องใช้ความร้อน จึงอาจทำให้สารต้านอนุมูลอิสระในสบู่สลายตัวไปเมื่อผสมในเบสสบู่ที่กำลังร้อน ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตสบู่ในรูปแบบที่รักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น เช่น การเตรียมเป็นสบู่เหลว เพื่อลดการใช้ความร้อนและเพิ่มการละลายให้กับสารออกฤทธิ์ที่อยู่ในสบู่

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่สนับสนุนทุนจากกองทุนวิจัย สัญญาเลขที่ 2230/2561 เพื่อดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] E. A. N. K. E. Susila, I. G. A. P. I. Udayani, and S. M. A. Negeri, "Salacca coffee made of snake fruit seed waste from Paradise island," presented at the International Conference of young scientists Cluj- napoca, Romania, 16–22 April, 2016.

[2] M. S. M. Saleh, M. J. Siddiqui, A. Mediani, N. H. Ismail, Q. U. Ahmed, S. Z. M. So'ad, and S. Saidi-Besbes, "*Salacca zalacca*: A short review of the palm botany, pharmacological uses and phytochemistry," *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, vol. 11, pp. 645–652, 2018.

[3] S. Gorinstein, S. Poovarodom, H. Leontowicz, M. Leontowicz, J. Namiesnik, S. Vearasilp, R. Haruenkit, P. Ruamsuke, E. Katrich, and Z. Tashma, "Antioxidant properties and bioactive constituents of some rare exotic Thai fruits and comparison with conventional fruits In vitro and in vivo studies," *Food Research International*, vol. 44, pp. 2222–2232, 2011.

[4] S. Aralas, M. Mohamed, and M. F. A. Bakar, "Antioxidant properties of selected salak (*Salacca zalacca*) varieties in Sabah, Malaysia," *Nutrition & Food Science*, vol. 39, pp. 243–250, 2009.

[5] I. R. Suica-Bunghez, S. Teodorescu, I. D. Dulama, O. C. Voinea, S. Simionescu, and R. M. Ion, "Antioxidant activity and phytochemical compounds of snake fruit (*Salacca Zalacca*)," presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 133, International Conference on Innovative Research - ICIR Euroinvent 2016 19–20 May 2016, Iasi, Romania, 2016.

[6] E. Rohaeti, M. R. Fauzi, and I. Batubara, "Inhibition of α-glucosidase, total phenolic content and flavonoid content on skin fruit and flesh extracts of some varieties of snake fruits," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 58, pp. 1–6, 2017.

[7] L. H. A. Priyatno, E. Y. Sukandar, S. Ibrahim, and I. K. Adnyana, "Antihyperuricemic effect of ethanol extract of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw.) var. Bongkok on wistar male rat," *Journal of Food Science and Engineering*, vol. 2, pp. 271–276, 2012.

[8] A. Tilaar, A. Ranti, and A. Mun'im, "The efficacy study of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw var. *Bongkok*) extract as skin lightening agent," *Pharmacognosy Journal*, vol. 9, pp. 235–238, 2017.

[9] N. Moonrungsee, N. Peamaroon, A. Boonmee, S. Suwancharoen, and J. Jakmunee, "Evaluation of tyrosinase inhibitory activity in Salak (*Salacca zalacca*) extracts using the digital image-based colorimetric method," *Chemical Papers*, vol. 72, pp. 2729–2736, 2018.

[10] M. Kanlayavattanakul, N. Lourith, D. Ospondpant, U. Ruktanonchai, S. Pongpunyayuen, and C. Chansriniyom, "Salak plum peel extract as a safe and efficient antioxidant appraisal for cosmetics," *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, vol. 77, pp. 1068–1074, 2013.

[11] G. A. Ayoola, H. A. B. Coker, S. A. Adesegun, A. A. AdepojuBello, K. Obaweya, E. C. Ezennia, and T. O. Atangbayila, "Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in Southwestern Nigeria," *Tropical Journal of*

Pharmaceutical Research, vol. 7, pp. 1019–1024, 2008.

[12] E. Girsang, I. N. E. Lister, C. N. Ginting, A. Khu, B. Samin, W. Widowati, S. Wibowo, and R. Rizal, "Chemical constituents of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaert.) Voss) peel and in silico anti-aging analysis," *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, vol. 3, pp. 122–128, 2019.

[13] F. B. M. Wazir, "Determination of total flavonoids, total phenolic and ascorbic acid content in fresh and cooked Longan (*Dimocarpus longan* Lour.), Nutmeg (*Myristica fagrans*) and Snake fruit (*Salacca edulis* Reinw.) seeds," Bachelor dissertation. Faculty of apply science, Universiti Teknologi MaRa, 2012.

[14] M. S. M. Saleh, M. J. A. Siddiqui, A. Khatib, and S. Mat, "Phytochemical constituents, α-glucosidase inhibitory activity and preliminary acute toxicity studies of the ethanol-water extracts of *Salacca zalacca* fruits in rats," presented at the 1st International Symposium on Herbal Medicine, Pre-conference of 3rd AMDI International Biohealth Sciences Conference (IBSC), Kuching, Sarawak, 2018.

[15] P. Achayuthakan, "The development of glycerin soap from *Carissa carandas* L.," (Research report). Suan Sunandha Rajabhat University, 2017 (in Thai).

[16] S. Raksaphort, S. Suwancharoen, R. Sawangkeaw, K. Samart, and J. Boontao, "Value-added spent coffee grounds to produce caffeinated soap," *KKU Science Journal*, vol. 46, pp. 38–43, 2018 (in Thai).

[17] S. Sangkao, A. Khwanwong, N. Khonthong, K. Jaidee, N. Chumruay, A. Pachai, M. Meepripruk, and N. Buadee, "Antioxidant activity, Ascorbic acid content and the consumer satisfaction of *Aloe Vera* mixed honey soap: Phayaprai herbs Amphoe Muang," *The Golden Teak: Science and Technology Journal*, vol. 4, pp. 119–126, 2017 (in Thai).

[18] W. M. A. N. K. Wijetung and B. G. K. Perera, "Preparation of medicinal soap products using the leaf extracts of *Punica granatum* (Pomegranete)," *International Journal of Phamacy and Biological Sciences*, vol. 6, pp. 2321–2372, 2016.