JSSE Journal of Science & Science Education
https://doi.org/10.14456/jsse.2023.1
วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีที่ 6 เล่มที่ 1 (ม.ค. – มิ.ย. 2566): 1 - 9

บทความวิจัย

การสกัดหาสารสำคัญจากกากถั่วเหลือง เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางและสารบำรุงผิว

อรรถพล ดวงสวรรค์[1] ธนวรรณ พันธ์เกตุ[2] รมิตา ชัยศรีโสภณกิจ[3]
พชรวรรณ จันทรมงคล[4] บุญเอก ยิ่งยงณรงค์กุล[5] และอรอุมา พันธ์เกตุ[6,*]
[1]หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10240.
[2]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม), กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10110
[3]โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10330
[4]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม), กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10240.
[5]ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10240.
[6]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม), คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 10240.
**Email: onuma.p@ds.ru.ac.th*

รับบทความ: 4 สิงหาคม 2565 แก้ไขบทความ: 7 พฤศจิกายน 2565 ยอมรับตีพิมพ์: 7 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merr. อยู่ในวงศ์ถั่ว Fabaceae หรือ Leguminosae โดยถั่วเหลืองจัดเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจ ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตนมถั่วเหลืองและการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง จากอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีกากถั่วเหลืองเหลือทิ้งจากกระบวนผลิตต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยกากถั่วเหลืองที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์ ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงสนใจเกี่ยวกับการสกัดสารสำคัญที่เหลืออยู่ในกากถั่วเหลือจากโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองและนมถั่วเหลือง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดสารสำคัญจากกากถั่วเหลือง และเพื่อนำไปพัฒนาเป็นส่วนประกอบหนึ่งในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสารบำรุงผิว ด้วยวิธีการศึกษาที่ง่ายต่อการนำไปพัฒนา คือ การนำเอากากถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองและโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองมาทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย 70% เมทานอล (Methanol) ภายใต้อุณภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการกรองและระเหยตัวทำละลายของสารสกัดและทำการตกตะกอนสารสกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน (Acetone) จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำนมถั่วเหลืองและจากโรงงานน้ำมันนั้น มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 200 และ 300 กรัม โดยคิดเป็น % yield เท่ากับ 20.0 % และ 25.0% (กรัมต่อกรัมกากถั่วเหลือง) ตามลำดับ และยังพบอีกว่ามีเพียงแค่สารสกัดจากกากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเท่านั้นที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้น โดยน้ำหนักสารที่ได้จากขั้นตอนการตกตะกอนเท่ากับ 11.69 กรัม คิดเป็น % yield เท่ากับ 3.4% (กรัมต่อกรัมสารสกัดหยาบ) และเมื่อนำสารที่ตกตะกอนไปทำการวิเคราะห์พบว่า สารที่ได้เป็นสารกลุ่มน้ำตาลสแตคีโอส (Stachyose) จัดอยู่ในกลุ่มเตตราแซ็กคาไรด์ (Tetrasaccharide) เป็นสารกลุ่มประเภทโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide) โดยสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มน้ำตาลมีคุณสมบัติเป็นมอยเจอร์ไรเซอร์กักเก็บความชุ่มชื้นให้ผิวและผลัดเซลล์ผิวเก่า ดังนั้นสารที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้สามารถพัฒนาและต่อยอดให้เป็นส่วนประกอบหนึ่งในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสารบำรุงผิวต่าง ๆ ได้

คำสำคัญ: สารสกัด สแตคีโอส คาร์โบไฮเดรต โอลิโกแซ็กคาไรด์ มอยเจอร์ไรเซอร์

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Research Article

Soybean meal extraction for use in cosmetics and skincare products

Attapon dongsawan,[1] Tanawan Phankhat,[2] Ramita Chaisrisoponkij,[3] Patcharawan Chantaramongkol,[4] Boon-ek Yingyongnarongkul[5] and Onuma Phankhat[6,*]

[1]Master of Science Program, Department of Chemistry, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand, 10240.

[2]Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School (high school), Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand, 10110.

[3]Mater Dei School, Pathumwan, Bangkok, Thailand, 10330.

[4]Demonstration School of Ramkhamhaeng University (high school), Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand, 10240.

[5]Department of Chemistry, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand, 10240.

[6]Demonstration School of Ramkhamhaeng University, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand, 10240.

**Email: onuma.p@ds.ru.ac.th*

Received <4 August 2022>; Revised <7 November 2022>; Accepted < 7 November 2022>

Abstract

Soybean (*Glycine max (L.)* Merr.), also called soja bean or soya bean. The annual soybean legume of the Fabaceae family and a species of legume native to East Asia. The soybean is economically the most important bean, used in the soy milk production industry and soybean oil production. From such initiatives, there will be a large amount of soybean meal from various production processes. The leftover soybean meal from the production process will be used as animal feed. Consequently, our research focuses on soybean meal extraction, a by-product of the food industry. To study and develop crude extracts used as ingredients in cosmetics and skincare products. The soybean meal extraction method was extracted with 70% Methanol at room temperature for 72 hours and filtered. The solvent was evaporated and precipitated with acetone. The results found that the crude extract of soybean meal from soy milk production and soy oil production industry was 200 and 300 g, and the yield was 20.0% and 25.0% (g/g of soybean meal), respectively. It was also found that only the crude extracts from the soy oil production industry were precipitated. The weight of the precipitate obtained from the precipitation process was 11.69 g, and the yield was 3.4% (g/g of crude extracts). The data from spectroscopy analysis indicates that the precipitates are a group of stachyose (Tetrasaccharide), a type of oligosaccharide. The compounds in the stachyose or sugar group have properties as a moisturizer to retain moisture in the skin, improve skin hydration, and exfoliate old skin cells. They could thus be used in skincare or antiaging applications. Therefore, the substances obtained from this research can be developed as a component in cosmetic and skincare products.

Keywords: Extract, stachyose, carbohydrates, oligosaccharide, moisturizer

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

ถั่วเหลือง (Soybean หรือ Soya bean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Glycine max* (L.) Merr. จัดอยู่ในวงศ์ถั่ว Fabaceae หรือ Leguminosae โดยถั่วเหลืองจัดเป็นพืชสำคัญและเก่าแก่ชนิดหนึ่งของโลก ซึ่งประโยชน์ของถั่วเหลืองมีมากมายและยังถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย โดยในประเทศไทยมีกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดถั่วเหลืองจำนวนมาก อาทิ เช่น นมถั่วเหลือง เต้าหู้ รวมไปถึงน้ำมันพืช ซึ่งอุตสาหกรรมดังกล่าวมีของเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดอยู่อย่างหนึ่งคือกากถั่วเหลือง ซึ่งการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองหรือเต้าหู้ 1 กิโลกรัมจะมีกากถั่วเหลืองสดเหลือทิ้งประมาณ 1.1 กิโลกรัม (Khare *et al.,* 1995) โดยกากถั่วเหลืองบางส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยแหล่งโปรตีน (Li *et al.,* 2012; Chitisankul, 2018) และยังมีคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มน้ำตาล (Sugar free) ประมาณ 10% (5% ซูโครส (Sucrose), 4% สแตคีโอส (Stachyose) และ 1% ราฟฟิโนส (Raffinose) (Macrae *et al.,* 1993*;* Zeng *et al.,* 2021) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ในเมล็ดถั่วเหลืองมีกลุ่มของสารประกอบไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและเป็นยาสำหรับวัยหมดประจำเดือนบรรเทาโรคกระดูกพรุนและคอเลสเตอรอลในเลือดและลดความเสี่ยงของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับโรคมะเร็งและโรคหัวใจ (Wang *et al*., 2013) นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มซาโปนิน (Saponin) โดยสารกลุ่มซาโปนินมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว เป็นสารทำให้เกิดฟอง เป็นสารต้านจุลินทรีย์ ต้านเชื้อรา กำจัดศัตรูพืช ต้านมะเร็ง ลดคอเลสเตอรอล (Faizal and Geleen, 2013; Chitisankul, 2016; Nizioł-Łukaszewska and Bujak, 2018; Berhow *et al*., 2000) ซึ่งสารกลุ่มซาโปนินได้ถูกใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาด และผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีซาโปนินจากโสม (Ginsenoside) ที่มีคุณสมบัติป้องกันการเสียหายของเส้นพร้อมการบำรุงเส้นผม (LVMH Recherche, 1997) และสารกลุ่มน้ำตาลหรือในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตต่างๆ มีคุณสมบัติเป็นมอยเจอร์ไรเซอร์กักเก็บความชุ่มชื้นให้ผิวและช่วยผลัดเซลล์ผิวเก่า ซึ่งในปัจจุบันมีการศึกษาและนำเสนอคุณประโยชน์ของสารกลุ่มน้ำตาลหรือสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตต่างๆ เช่น การศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวและในกลุ่มเครื่องสำอาง (Misra and Shrivastava, 2020) และการศึกษาความสามารถของสารสกัดจากอ้อยที่ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางและสารบำรุงผิว (Carvalho *et al*., 2021) รวมไปถึงผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสารบำรุงผิวจากธรรมชาติที่ในปัจจุบันก็ยังให้ความสำคัญต่อสารในกลุ่มนี้และได้รับความสนใจในการนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสารบำรุงผิวจากธรรมชาติอย่างกว้างขวาง จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าสารทั้ง 2 กลุ่ม มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากในการนำไปพัฒนาและต่อยอดเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นสินค้าหนึ่งที่สามารถวางขายในท้องตลาดและเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการสกัดสารกลุ่มซาโปนินที่มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวและต้านจุลินทรีย์ และสารกลุ่มน้ำตาลหรือสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นมอยเจอร์ไรเซอร์กักเก็บความชุ่มชื้นให้ผิวและช่วยผลัดเซลล์ผิวเก่าจากกากถั่วเหลือง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้มาซึ่งสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มของซาโปนินหรือสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตต่างๆ และพัฒนาสารสกัดที่ได้เพื่อใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบหรือส่วนผสมในเครื่องสำอางหรือสารบำรุงต่างๆ เพื่อเป็นการพัฒนาต่อยอดและเพิ่มมูลค่าให้แก่กากถั่วเหลืองต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และสารเคมี

กากถั่วเหลือง (Soybean meal) กากถั่วเหลืองเปียกจากโรงงานนมถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองแห้งจากโรงงานน้ำมัน, น้ำปราศจากไอออน (Deionization (DI) water ที่ผลิตจากเครื่องรุ่น Barnstead™ GenPure™ Pro Water Purification System, ของ Thermo Scientific™ ประเทศสหรัฐอเมริกา), 70% v/v เมทานอล (Methanol; CH_3OH, เกรดเชิงพาณิชย์), อะซิโตน (Acetone; CH_3COCH_3, เกรดเชิงพาณิชย์), ดิวเทอเรียม ออกไซด์ (Deuterium oxide; D_2O, Sigma-Aldrich, ประเทศเยอรมัน)

เครื่องมือ

เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator; Rotavaper R-100, Buchi ประเทศสวิตเซอร์แลนด์), เครื่องปั๊มแบบสุญญากาศ (High vacuum pump), นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (Nuclear magnetic resonance; Ascend 400, Bruker ประเทศเยอรมัน), แมสสเปกโทรเมทรี (Mass spectrometry; micrOTOF-II, Bruker ประเทศเยอรมัน), ฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier-transform infrared spectroscopy; FT-IR 400 spectrometer (ATR), Perkin-Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา)

วิธีการทดลอง

นำกากถั่วเหลืองเปียกจากโรงงานนมถั่วเหลืองไปตากเป็นระยะเวลา 3 วันหรือจนกว่ากากถั่วเหลืองจากโรงงานนมถั่วเหลืองจะแห้งและหลังจากกากถั่วเหลืองเปียกจากโรงงานนมถั่วเหลืองแห้งแล้ว นำกากถั่วเหลืองตากแห้งจากโรงงานนมถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองแห้งจากโรงงานน้ำมัน อย่างละ 1 กิโลกรัม ไปทำการแช่สกัดด้วย 70% เมทานอล ปริมาตร 3000

มิลลิลิตร ที่อุณภูมิห้องและแช่สกัดทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วันโดยทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง (ดัดแปลงจากวิธีการของ Korpphaiboon *et al*., 2017) หลังจากนั้นทำการกรองและทำการระเหยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และความดัน 200 มิลลิบาร์ (mbar)

ทำการชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 แหล่ง อย่างละ 100 กรัม ละลายด้วย 70% เมทานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นทำการเติมอะซิโตน ปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน หลังจากนั้นจะสังเกตเห็นว่าสารละลายสารสกัดหยาบจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยจะมีตะกอนสีขาวขุ่นเกิดขึ้น (ดัดแปลงจากวิธีการของ Department of Science Service, 2010; Wiley Organic, Inc., 2002) หลังจากนั้นให้ทำการกรองตะกอนสีขาวขุ่นด้วยกระดาษกรองแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง (ทำการตกตะกอนซ้ำ 2-3 ครั้ง โดยการนำส่วนของเหลวที่กรองได้ไประเหยตัวทำละลาย แล้วนำกลับมาตกตะกอนซ้ำตามวิธีข้างต้น) แล้วนำตะกอนที่ได้รวมกันแล้วนำเข้าเครื่องปั๊มแบบสุญญากาศ เพื่อระเหยเอาตัวทำละลายที่ยังเหลือค้างอยู่รวมถึงความชื้นออกไปให้หมด เมื่อระเหยเสร็จจะได้ตะกอนแข็งสีเหลือง หลังจากนั้นทำการบดให้เป็นผงละเอียดแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการคำนวณ % yield และนำผงตะกอนละเอียดที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์เอกลักษณ์ด้วยนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี แมสสเปกโทรเมทรี และอินฟาเรดสเปกโทรสโกปี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การสกัดสารสกัดหยาบและการตกตะกอนสารสกัดหยาบจากกากถั่วเหลืองทั้ง 2 แหล่ง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ 70% เมทานอลเป็นตัวทำละลายในการสกัด และทำการตกตะกอนด้วยอะซิโตน ซึ่งจากที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำนมถั่วเหลืองและจากโรงงานน้ำมันนั้น มีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 200 กรัม และ 300 กรัม โดยคิดเป็น % yield เท่ากับ 20.0% และ 25.0% (กรัมต่อกรัมกากถั่วเหลือง) ตามลำดับ และสารสกัดที่ได้จากการตกตะกอนสารสกัดหยาบนั้นพบว่า มีเพียงสารสกัดหยาบที่ได้จากกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำมันที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้น โดยมีน้ำหนักสารที่ได้จากขั้นตอนการตกตะกอน เท่ากับ 11.69 กรัม โดยคิดเป็น % yield เท่ากับ 3.4% (กรัมต่อกรัมสารสกัดหยาบ) ซึ่งจากกระบวนการสกัดจนถึงกระบวนการตกตะกอนนั้น พบว่ามีเพียงสารสกัดของกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำมันที่มีการตะกอนเกิดขึ้น ส่วนสารสกัดที่ได้ของกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำนมถั่วเหลืองนั้น ไม่พบการตกตะกอน อาจเนื่องจากสารในกลุ่มซาโปนินหรือสารในกลุ่มน้ำตาลนั้นมีความสามารถในการละลายได้ในน้ำ โดยในกระบวนการสกัดน้ำนมถั่วเหลืองมีน้ำเป็นตัวทำละลายและเป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนในการสกัด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารในกลุ่มที่คณะผู้วิจัยสนใจนั้นได้ละลายและถูกสกัดออกไปหมดแล้ว โดยขณะที่ในกระบวนการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลืองใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วต่ำ เช่น เฮกเซน (Hexane) เป็นต้น ซึ่งถูกใช้ในการสกัดน้ำมัน ดังนั้นสารในกลุ่มซาโปนินรวมไปถึงสารกลุ่มน้ำตาลจึงไม่ถูกสกัดออกไปด้วย และเมื่อนำกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำมันมาทำการสกัดซ้ำด้วยตัวทำละลาย 70% เมทานอล และทำการตกตะกอนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน จึงเกิดการตกตะกอนของสารดังกล่าวเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ตะกอนที่ได้จากกระบวนการตกตะกอนของสารสกัดจากโรงงานน้ำมันจะถูกนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเครื่องมือทางสเปกโทรสโกปี

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณสารสกัดที่ได้จากวิธีการสกัดดังกล่าวให้ปริมาณสารสกัดที่ค่อนข้างสูง รวมไปถึงปริมาณสารที่ได้จากขั้นตอนการตกตะกอนก็ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน หากมองในแง่ของการพัฒนาและต่อยอดเพื่อจะนำไปเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางโดยใช้วิธีการสกัดดังกล่าว รวมไปถึงกากถั่วเหลืองจากโรงงานน้ำมันถั่วเหลือง และปริมาณสารสกัดที่ได้นั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเป็นอย่างมาก เนื่องจากในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาเพื่อต่อยอดนั้น โดยทั่วไปนิยมใช้เป็นสารสกัดหยาบเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นหากดูจาก % yield ที่ได้จากการสกัดในงานวิจัยครั้งนี้ เห็นได้ว่ามีปริมาณสารสกัดที่ค่อนข้างสูง จึงเหมาะสมที่จะพัฒนาและต่อยอดงานวิจัยนี้เพื่อจะนำสารสกัดที่ได้นั้นไปเป็นส่วนประกอบหนึ่งในเครื่องสำอางและสารบำรุงผิว

การพิสูจน์เอกลักษณ์สารสกัดจากกากถั่วเหลือง

ข้อมูลจากการวิเคราะห์โครงสร้างเบื้องต้น ด้วยเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (NMR) พบว่าสารที่ได้จากการตกตะกอนเป็นสารกลุ่มน้ำตาล (ภาพที่ 1) โดยเบื้องต้นจากการวิเคราะห์ผลจากการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดค่าสัญญาณ ^{1}H-NMR ของสารตัวอย่างกับลักษณะการเกิดสัญญาณ ^{1}H-NMR ของน้ำตาลสแตคีโอส, ราฟฟิโนส และซูโครส โดยข้อมูลนี้ได้ถูกรายงานใน Biological Magnetic Resonance Bank (Ulrich *et al*., 2008) จากการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดค่าสัญญาณของ ^{1}H-NMR พบว่าลักษณะการเกิดสัญญาณ ^{1}H-NMR ของตะกอนตัวอย่างคล้ายกันกับลักษณะการเกิดสัญญาณ ^{1}H-NMR ของน้ำตาลสแตคีโอส โดยมีค่าสัญญาณสำคัญ ^{1}H-NMR ที่ δ_H 5.44 (*multiplet*) , 4.97 (*singlet*), 4.23 (*multiplet*), 4.13 (*multiplet*), 3.67 (*multiplet*) ดังแสดงในภาพที่ 2 และจากการวิเคราะห์มวลโมเลกุลของสารด้วยเครื่องแมสสเปกโทรเมทรี (MS) สามารถยืนยันได้ว่า สารที่ได้จากกระบวนการตกตะกอนนั้นอยู่กลุ่มน้ำตาลสแตคีโอส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโอลิโกแซ็กคาไรด์ แสดงไว้ใน (ภาพที่ 3) โดยสแตคีโอส มีสูตรโมเลกุล $C_{24}H_{42}O_{21}$ มีมวลโมเลกุล (M) เท่ากับ 666.5776 โดยมวลโมเลกุล

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ที่ได้จากการคำนวณของสแตคีโอส ($C_{24}H_{42}O_{21}Na$) เท่ากับ *m/z*: 689.2116 $[M+Na]^+$ จากการวิเคราะห์ผลที่ได้ พบว่า สารตัวที่ได้จากการตกตะกอนเป็นสารในกลุ่มสแตคีโอส มีมวลโมเลกุลที่วิเคราะห์ได้ เท่ากับ *m/z*: 689.2131 $[M+Na]^+$ ซึ่งเปรียบเทียบกับรายงานก่อนหน้าโดย (Jorge *et al*., 2017) ที่รายงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์การหาปริมาณและการศึกษาลักษณะโครงสร้างของโอลิโกแซ็กคาไรด์ในกลุ่มน้ำตาลราฟฟิโนสในเนื้อเยื่อพืช *Casuarina glauca* โดยรายงานว่าพบสารกลุ่มน้ำตาลสแตคีโอสในเนื้อเยื่อพืชดังกล่าวและได้แสดงมวลโมเลกุลที่วิเคราะห์ได้ เท่ากับ m/z: 689.40 $[M+Na]^+$ พบว่าข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ของสารสกัดตัวอย่างที่ได้ตรงกับในรายงานวิจัยดังกล่าว

ตารางที่ 1 การสกัดสารสกัดหยาบและการตกตะกอนสารสกัดหยาบจากกากถั่วเหลือง

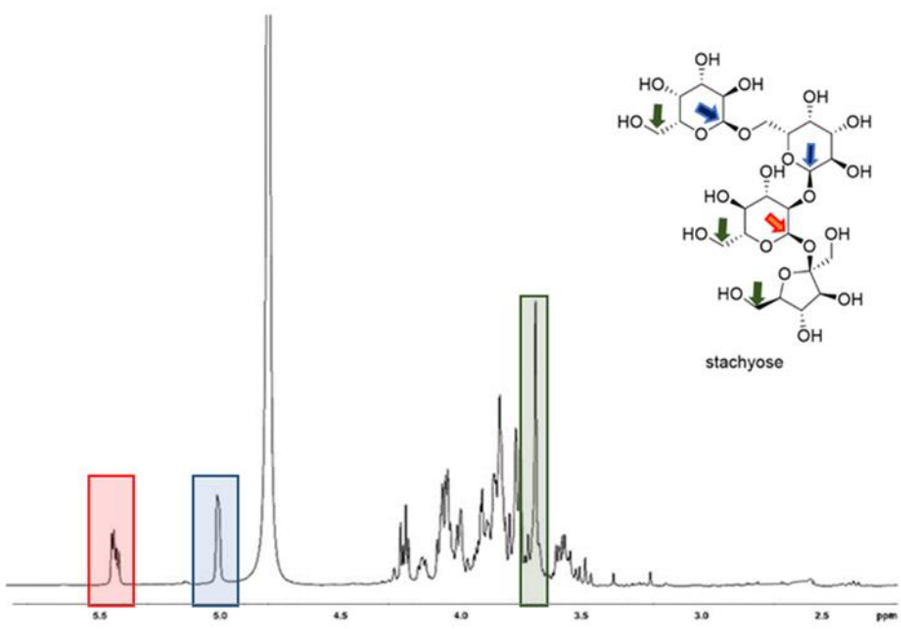
ตัวอย่าง/วัตถุดิบ	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)	% yield สารสกัดหยาบ (%)	น้ำหนักสารที่ได้จากการตกตะกอน (กรัม)	% yield สารที่ได้จากการตกตะกอน (%)
กากถั่วเหลืองจากโรงงานนมถั่วเหลือง	200	20.0	-	-
กากถั่วเหลืองแห้งจากโรงงานน้ำมัน	300	25.0	11.69	3.4

การคำนวณ % yield สารสกัดหยาบ

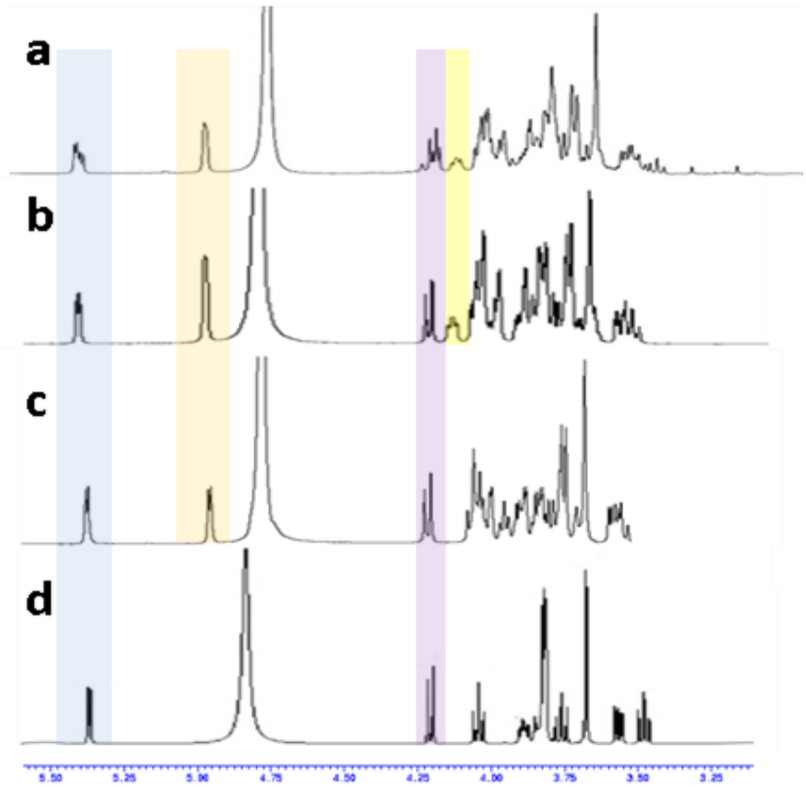
$$\%\ \text{yield สารสกัดหยาบ} = \frac{\text{น้ำหนักสกัดหยาบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างกากถั่วเหลืองแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

การคำนวณ % yield สารที่ได้จากการตกตะกอน

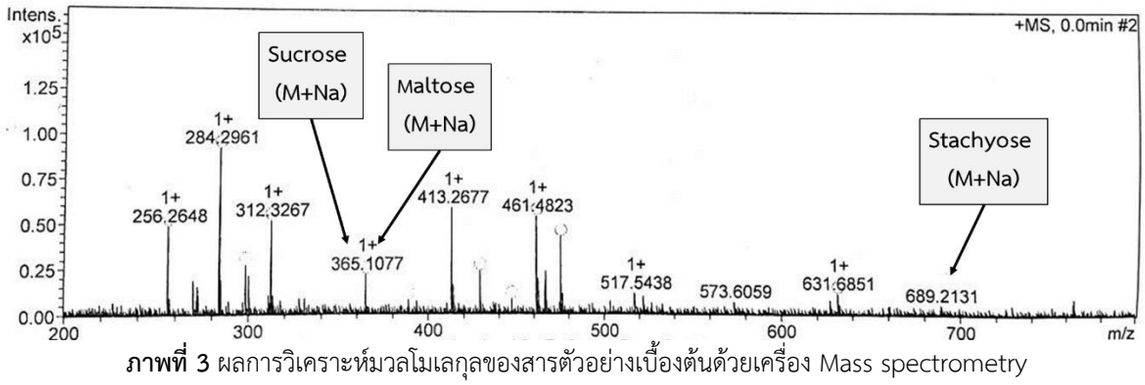
$$\%\ \text{yield สารที่ได้จาการตกตะกอน} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)}} \times 100$$



ภาพที่ 1 ลักษณะสเปกตรัม ^{1}H-NMR ของสารตัวอย่างที่ตกตะกอน (ทำการละลายสารด้วยตัวทำละลายดิวเทอเรียม ออกไซด์ มีสูตรโมเลกุล D_2O)



ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะพีกของ NMR สเปกตรัม **(a)** ^{1}H-NMR ของสารที่ได้จากกระบวนการตกตะกอน (ทำการละลายสารด้วยตัวทำละลายดิวเทอเรียม ออกไซด์ (D_2O)); **(b)** ^{1}H-NMR ของน้ำตาลสแตคีโอส; **(c)** ^{1}H-NMR ของน้ำตาลราฟฟิโนส; **(d)** ^{1}H-NMR ของน้ำตาลซูโครส

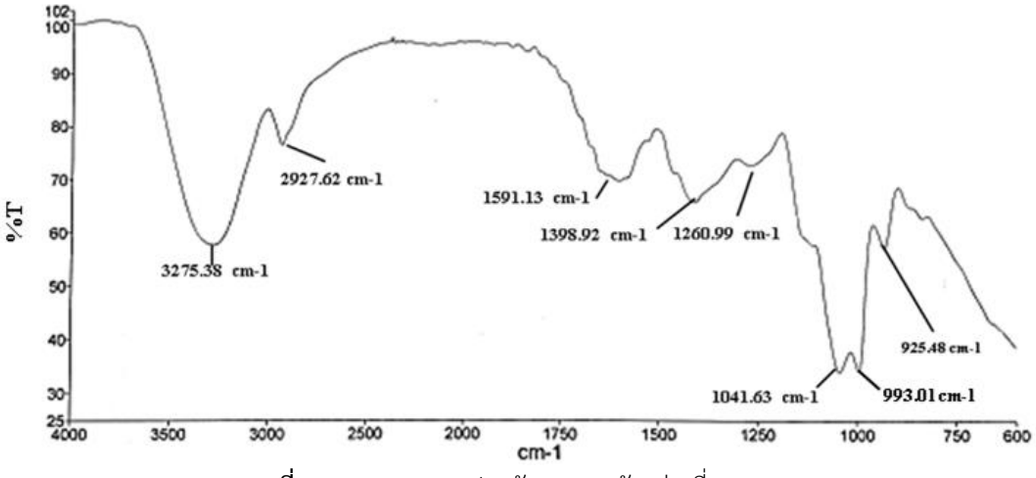


ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์มวลโมเลกุลของสารตัวอย่างเบื้องต้นด้วยเครื่อง Mass spectrometry

การศึกษาฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี หรือ FT-IR สเปกตรัม นั้นเพื่อวิเคราะห์อันตรกิริยา (Interaction) ภายในโครงสร้างสารตัวอย่างที่เกิดขึ้น และเพื่อตรวจวิเคราะห์หาชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่อยู่ในโมเลกุลของสาร โดยดูค่าการสั่นของพันธะเคมีที่อยู่ในสารอินทรีย์กับเทคนิคอื่น โดยอาศัยหลักการของการดูดกลืนคลื่นรังสีช่วงกลางอินฟราเรด (Middle infrared region) อยู่ในช่วง 400 - 4000 cm^{-1} จากการศึกษา FT-IR สเปกตรัมของสารตัวอย่างนั้นพบว่า สารตัวอย่างมีการแสดงค่าการดูดกลืนคลื่นอินฟาเรด (IR absorptions) ที่ 3275, 2927, 1591, 1398, 1260, 1041, 993 และ 925 cm^{-1} (ภาพที่ 4) โดยตำแหน่ง 3275 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของพันธะ O-H เป็นลักษณะแถบกว้าง (ในหมู่ฟังก์ชัน ไฮดรอกซิล (Hydroxyl, -OH) ตำแหน่ง 2927 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของของพันธะ C-H (แบบยืด, stretching) ในหมู่ฟังก์ชัน อัลคิล (Alkyl, $-CH_3$, $=CH_2$,) ตำแหน่ง 1591 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของของพันธะ C-H (แบบงอ, bending) ในของหมู่ฟังก์ชัน อัลคิล (Alkyl, C-H) ตำแหน่ง 1398 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของของพันธะ C-H (แบบงอ, bending) ในหมู่ฟังก์ชัน อัลคิล (Alkyl, $-CH_3$, $=CH_2$) ตำแหน่ง 1260 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของพันธะ C-O (แบบยืด, stretching) ของหมู่ฟังก์ชัน ไฮดรอกซิล (Hydroxyl, O-H) ตำแหน่ง 1041 cm^{-1} เป็นความถี่การสั่นของพันธะ C-O (แบบยืด, stretching) เป็นของหมู่ฟังก์ชัน อีเทอร์ (Ether, C-O-C) ตำแหน่ง 993 cm^{-1} และตำแหน่ง 925 cm^{-1} เป็นของหมู่ฟังก์ชัน อัลคิล (Alkyl, $RCH=CH_2$) ซึ่งข้อมูล FT-IR สเปกตรัมของสาร

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์นั้น ได้นำไปเปรียบเทียบกับ FT-IR สเปกตรัมของน้ำตาลสแตคีโอสที่เคยถูกรายงานก่อนหน้า โดย Xin-Hu *et al*. (2012) ที่รายงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ยาสมุนไพรจีน (Chinese drugs) ชื่อว่า ตานเขิน (Danshen) และพบว่าลักษณะพีกของค่าการดูดกลืนและตำแหน่งของสารสกัดที่ได้ตรงกับในรายงานวิจัยดังกล่าว



ภาพที่ 4 แสดง FT-IR สเปกตรัมของสารตัวอย่างที่ตกตะกอน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการสกัดสารจากกากถั่วเหลืองทั้ง 2 แหล่ง โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย 70% เมทานอล และทำการตกตะกอนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน พบว่า จากวิธีการดังกล่าวสามารถสกัดและตกตะกอนสารกลุ่มน้ำตาลที่เป็นสารประเภทโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ ซึ่งปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากกากถั่วเหลืองของโรงงานน้ำนมถั่วเหลืองและโรงงานน้ำมันนั้นมีน้ำหนักของสารสกัดหยาบเท่ากับ 200 กรัมและ 300 กรัม โดยคิดเป็น % yield เท่ากับ 20.0% และ 25.0% (กรัมต่อกรัมกากถั่วเหลือง) ตามลำดับ และยังพบอีกว่ามีเพียงแค่สารสกัดจากกากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเท่านั้นที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้น โดยน้ำหนักสารที่ได้จากขั้นตอนการตกตะกอน เท่ากับ 11.69 กรัม คิดเป็น % yield เท่ากับ 3.4% (กรัมต่อกรัมสารสกัดหยาบ) ส่วนสารสกัดที่ได้จากกากถั่วเหลืองที่ได้จากโรงงานน้ำนมถั่วเหลืองนั้น ไม่พบการตกตะกอนเกิดขึ้น และการวิเคราะห์สารที่ได้จากขั้นตอนตกตะกอนของสารสกัดกากถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตน้ำมัน ด้วยเครื่องมือทางสเปกโทรสโกรปี พบว่า สารที่ได้มีเพียงน้ำตาลสแตคีโอส เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโอลิโกแซ็กคาไรด์ โดยสารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติเป็นมอยเจอร์ไรเซอร์กักเก็บความชุ่มชื้นให้ผิวและผลัดเซลล์ผิวเก่า จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณของสารสกัดที่ได้รวมไปถึงสารกลุ่มน้ำตาลที่ได้จากการตกตะกอนจากกากถั่วเหลืองของโรงงานน้ำมันถั่วเหลืองนั้น มีปริมาณที่ค่อนข้างสูงเหมาะต่อการนำไปพัฒนาและต่อยอด ดังนั้นในการวิจัยในขั้นตอนต่อไปทางคณะผู้วิจัยจะทำการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของสารสกัดที่ได้เพื่อพัฒนาสารที่ได้ให้สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบหนึ่งในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสารบำรุงผิวและเพื่อเป็นการต่อยอดงานวิจัยให้เป็นสินค้าที่มีมูลค่า และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่กากถั่วเหลืองอีกด้วย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วัตถุดิบที่เป็นกากถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดเอาส่วนที่เป็นน้ำนมและส่วนของน้ำมัน รวมไปถึงวิตามินและสารในกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระออกไปบางส่วนแล้ว ดังนั้น หากต้องการสารที่อยู่ในกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรวมไปถึงสารกลุ่มวิตามินด้วย ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ คือ ควรใช้วัถตุดิบที่เป็นถั่วเหลืองเต็มเมล็ด และใช้วิธีการสกัดโดยการบีบอัด (Hydraulic Press) เป็นวิธีการสกัดแยกน้ำมันโดยใช้แรงดันสูงๆ บีบให้น้ำมันที่อยู่ภายในเมล็ดออกมา โดยไม่ใช้ตัวทำละลายและความร้อน เพื่อหลีกเลี่ยงการสลายตัวของสารกลุ่มวิตามิน ส่วนการเลือกใช้วิธีการสกัดแบบร้อน (Soxhlet Extraction) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการสกัด และสามารถเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดได้ รวมไปถึงวิธีการสกัดแบบแช่หมัก (Maceration) ก็เป็นอีกวิธีที่นิยมใช้กันมาก โดยทำการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมกับสารสำคัญในพืชสมุนไพรที่สนใจ เช่น เฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน, เอทิล อะซิเตท และเมทานอล เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวจะทำให้ได้สารสกัดมีสารสำคัญในกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานผลิตนมถั่วเหลือง (ไวตามิลล์) ในนาม บริษัท กรีนสปอต จำกัด และโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลือง (ตรากุ๊ก) ในนามบริษัท ธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนกากถั่วเหลือง และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่ อุปกรณ์ รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Berhow, M. A., Wagner, E. D., Vaughn, S. F., and Plewa, M. J. (2000). Characterization and antimutagenic activity of soybean saponins. **Mutation Research**, 448(1), 11-22.

Carvalho, J. M., Oliveira, L. A., Pedrosa, S. S., Pintado, M., and Madureira, R. A. (2021). Potential sugarcane extracts as cosmetic and skincare ingredients, **Industrial Crops and Products**, 169, 113625.

Chitisankul, T. W. (2018). The utilities and values of okara (in Thai). **Food Journal**, 48(2), 40-48.

Chitisankul, T. W., (2016). Saponin in soybean for healthy (in Thai). **Food Journal**, 46(1) 43-46.

Department of Science Service. (2010). Saponins: Production, Extraction, and purification (in Thai). Retrieved 18 June 2021, from **OTOP**: http://www.sptn.dss.go.th/otopinfo/index.php/en/knowledge/informationrepack/388-saponins?showall=&start=12

Faizal, A., Geelen, D. (2013). Saponins and their role in biological processes in plants. **Phytochemistry Reviews**, 12, 877–893.

Jorge, T. F., Florêncio, M. H., Ribeiro-Barros, A. I., and António, C. (2017). Quantifying and structural characterization of raffinose family oligosaccharides porous graphitic carbon electrospray quadrupole ion trap mass spectrometry. **International Journal of Mass Spectrometry**, 413, 127–134.

Khare, S. K., Jha, K., and Gandhi, A. P. (1995). Citric acid production from Okara (soy-residue) by solid-state fermentation. **Bioresource Technology**, 54(3), 323–325.

Korpphaiboon, A., Chusri, O., and Tengrang, S. (2017). Development on saponin extraction from rambutan peel and the efficacy test of saponin. **Thai Journal of Agricultural Science**, 35(1), 60-73.

Li, B., Qiao, M., and Lu, F. (2012). Composition, nutrition, and utilization of Okara (Soybean Residue). **Food Reviews International**, 28(3), 231-252.

LVMH Recherche. (1997). Cosmetic or dermatological composition containing at least one saponin of the ginsenoside type, and its applications, especially for treating the hair. Meybeck, A. and Bonte, F. Int.Cl. A61K 31/56. US. Pat. 5, 663, 160. 1997-09-02.

Macrae, R., Robinson, R. K., and Sadler, M. J. (1993). **Encyclopedia of food science, food technology and nutrition**. London: Academic Press.

Misra, V., and Shrivastava, A. K. (2020). **Expanding Horizon of Sugar Application: Skin Care and Cosmetics**. In: Mohan, N., and Singh, P. (eds), Sugar and sugar derivatives: Changing consumer preferences. Singapore: Springer.

Nizioł-Łukaszewska, Z., and Bujak, T. (2018). Saponins as natural raw materials for increasing the safety of bodywash cosmetic use. **Journal of Surfactants and Detergents**, 21(6), 767-776.

Ulrich, L. E., Akutsu, H., Doreleijers, F. J., Harano, Y., Ioannidis, E. Y., Lin, J., Livny, M., Mading, S., Maziuk, D., Miller, Z., Nakatani, E., Schulte, F. C., Tolmie, E. D., Wenger, K. R., Yao, H., and Markley, L. J. (2008). BioMagResBank. **Nucleic Acids Research**, 36(1), 402–408.

Wang, Q., Ge, X., Tian, X., Zhang, Y., Zhang, J., and Zhang, P. (2013). Soy isoflavone: The multipurpose phytochemical (Review). **Biomedical Reports**, 1(5), 697-701.

Wiley Organic, Inc. (2002). **A process for isolating saponins from soybean-derived materials**. Bobbins, T. C07H 15/00. WO. WO 02/055529 A2. 2002-07-18.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Xin-Hu, L., Huan-Jun, X., Su-Qin, S., Jian, H., Guo-Yu, L., Yun, Z., Hong-Ying, G., Zhi-Cheng, Z., and Jin-Hui, W. (2012). Analysis and identification of Chinese drugs by three-step infrared spectroscopy—A case study of Danshen. **Analytical Methods**, 4(10), 3344–3350.

Zeng, Z., Zhang, Y., He, J., Yu, J., Mao, X., Zheng, P., Luo, Y., Luo, J., Huang, Z., Yu, B., and Chen, D. (2021). Effects of soybean raffinose on growth performance, digestibility, humoral immunity and intestinal morphology of growing pigs. **Animal Nutrition**, 7(2), 393-399.