การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดไหมข้าวโพด
Development of Cosmetic Product from Corn Silk Extracts

เรณู อยู่เจริญ[1] และปาวลี ศรีสุขสมวงศ์[2*]
Raenu Yucharoen[1] and Pawalee Srisuksomwong[2*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
[1]Division of Biology and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang, Nakhon Sawan 60000, Thailand
[2]Division of Science, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University, Muang, Phuket 83000, Thailand
*Corresponding author, e-mail: pawalee.s@pkru.ac.th
(Received: May 9, 2021; Revised: Jun 7, 2021; Accepted: Jun 21, 2021)

บทคัดย่อ

การนำเข้าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีมูลค่าสูงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องพิจารณา จึงวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดไหมข้าวโพดเพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดไหมข้าวโพด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยใช้ตัวทำละลาย เอทิลอะซิเตทและน้ำ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 8 ชนิด คือ *Escherichia coli* TISTR 780, *Salmonella* Typhimurium TISTR 292, *Staphylococcus aureus* TISTR 517, *Pseudomomas aeruginosa* TISTR 781, *Bacillus cereus, Proteus vulgaris, Aeromonas hydrophila* และ *Serratia marcescens* ด้วยวิธี agar well diffusion และ broth dilution ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดน้ำของไหมข้าวโพดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุด โดยมีค่าวงใสการยับยั้ง 8.83±1.69 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตทของไหมข้าวโพด สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยวงใสการยับยั้งเท่ากับ 12.83±3.34 มิลลิเมตร มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) เท่ากับ 62.5 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำสารสกัดไหมข้าวโพดมาผสมตำรับครีมพบว่า มีความคงตัวทางกายภาพและเคมีโดยเนื้อครีม มีความคงตัวไม่แยกชั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไหมข้าวโพด ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน ยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางของไทยเพื่อต่อยอดเชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ : ของเหลือใช้ทางการเกษตร เครื่องสำอาง การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ไหมข้าวโพด

Abstract

Importing high-value cosmetic products was an important consideration. Therefore, research and development of cosmetic products from the corn silk extract were conducted to study the performance and optimum concentration of the extracts from corn silk as agricultural waste. The growth inhibition of ethyl acetate and water extracts was tested by using agar well diffusion and broth dilution against eight strains pathogenic bacteria i. e. ,*Escherichia coli* TISTR 780, *Salmonella* Typhimurium TISTR 292, *Staphylococcus aureus* TISTR 517, *Pseudomomas aeruginosa* TISTR 781, *Bacillus cereus, Proteus vulgaris, Aeromonas hydrophila* and *Serratia marcescens*. It was found that the water extract of corn silk showed the highest antibacterial activity on *B. cereus* with inhibition zone of 8.83±1.69 mm. Moreover, the ethyl acetate extract of corn silk showed highest antibacterial activity against *S. aureus* with inhibition zone of 12.83±3.34 mm, MIC of 62.5 mg/mL and MBC of 125 mg/mL. In addition, corn silk cream provided formulations with good physical and chemical stability. The cream texture was stable without layer. This research was beneficial in promoting effective agricultural waste; corn silk with the use technology and innovation, benefit the community and also raise the standard of Thai cosmetic products and continue to commercial.

Keywords: agricultural waste, cosmetic, antibacterial, corn silk

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. YRU Journal of Science and Technology ISSN : 2539-5688

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการส่งออกสินค้าทางการเกษตรจำนวนมาก นอกจากข้าวซึ่งเป็นสินค้าส่งออกอันดับต้นแล้ว ยังมีพืชเศรษฐกิจอื่น เช่น ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ซึ่งปลูกในหลายพื้นที่ หลายภูมิภาคของประเทศ ภายหลังการเก็บเกี่ยวพืชเศรษฐกิจเหล่านี้ป้อนโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นอาหารหรือสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ แล้ว เศษวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรที่เหลือจะนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ สำหรับข้าวโพดเกษตรกรจะเก็บส่วนฝัก ใบ เปลือก และต้น ที่เหลือไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ จะไถกลบบางส่วนเพื่อเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ และส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมเผาทำลายเพื่อสะดวกในการจำกัดทิ้ง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและปัญหาด้านสุขภาพ (Tengkaew & Wiwattanadate, 2014, pp. 102-111)

ไหมข้าวโพด (*Zea mays* hair, corn silk, maize silk) เป็นส่วนของยอดเกสรตัวเมียทั้งส่วน Style และ Stigma ของข้าวโพด มีลักษณะเป็นเส้นเล็ก โดยไหมข้าวโพดเป็นของเหลือทิ้งจากการบริโภคข้าวโพด การผลิตเมล็ดพันธุ์ และอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวโพด โดยทั่วไปจะนำไปทิ้งหรือนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำ อย่างไรก็ตามไหมข้าวโพดอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด และมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน พลังงาน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย แร่ธาตุ ใยอาหาร วิตามินเอ วิตามินบี 2 วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งมีสรรพคุณทางยา โดยพบว่ามีฤทธิ์ขับร้อน ขับปัสสาวะ ขับน้ำดี นิ่วในถุงน้ำดี บำรุงตับ แก้เบาหวาน ช่วยรักษาอาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบ เรื้อรัง แก้โรคนิ่ว เป็นต้น นอกจากนี้ มีรายงานการวิจัยในต่างประเทศพบสารสำคัญจากไหมข้าวโพดได้แก่ ฟีนอลิกฟลาโวนอยด์ แทนนิน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Nawaz *et al*., 2019, pp. 5-11) มีสารออกฤทธิ์ที่สามารถลดการระคายเคืองผิวหนังจากรังสี UVB (Kim *et al*., 2019, pp. 1-21) ยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินที่ผิวหนัง ช่วยให้สีผิวบนใบหน้ามีการสร้างเม็ดสีลดลง เพิ่มความกระจ่างใสให้ผิว ลดการแสดงออกของยีนไทโรซิเนสในเซลล์ (Choi *et al*., 2014, pp. 2808-2818) นอกจากนี้การออกฤทธิ์เสริมกันของสารสกัดไหมข้าวโพด พลาสลี่ย์ผสมอนุภาคซิลเวอร์นาโนสามารถยับยั้งการอักเสบ และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ (Helmy *et al*., 2020, pp.1-16)

ปัจจุบันตลาดเครื่องสำอางในประเทศมีการนำเข้ามูลค่าเป็นพันล้านบาท และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น จึงควรส่งเสริมให้มีการผลิตเครื่องสำอางจากธรรมชาติโดยใช้ทรัพยากรในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามตลาดเครื่องสำอางส่วนใหญ่ที่ผลิตในชุมชนยังไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงควรส่งเสริมและให้ความรู้แก่ผู้ผลิตเครื่องสำอางในชุมชน เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์และใช้สารสกัดธรรมชาติ ทรัพยากรในชุมชนท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และปลอดภัยต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่สำคัญของผู้ใช้เครื่องสำอางที่พบได้บ่อยต่อผลข้างเคียงจากการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นสารสกัดธรรมชาติจากข้าวโพดเหล่านี้ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นการนำของเหลือใช้ทางการเกษตรมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการเพิ่มรายได้ เพิ่มมูลค่าของสินค้ามากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยพืชเศรษฐกิจเหล่านี้ยังไม่พบข้อมูลในประเทศไทยมากนักถึงฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลชีพ และยังไม่มีการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อเชื้อจุลชีพก่อโรค และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพผิวต้นแบบ ตอบโจทย์ปัญหาผิวที่เสื่อมสภาพถูกทำลายอัน เนื่องจากสภาวะสิ่งแวดล้อมมลภาวะและปัจจัยภายในร่างกายซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากไหมข้าวโพด ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังบางชนิด
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดไหมข้าวโพด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดจากของเหลือทิ้งจากข้าวโพด

นำไหมข้าวโพดสดแช่ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ในอัตราส่วนพืชต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1: 5 (หน่วยกรัมปริมาตร) โดยตัวอย่างที่แช่ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท แช่เป็นเวลา 7 วัน ส่วนตัวอย่างที่แช่ด้วยน้ำ โดยการนำน้ำไปต้มกับไหมข้าวโพดสดที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส 30 นาที รอจนตัวอย่างเย็นและนำไปกรอง

ด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นกรองและระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศ (Rotary vacuum evaporator)ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และนำสารสกัดที่ได้เก็บใส่ขวดสีชาและนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จากนั้นชั่งสารสกัดหยาบบางส่วนมาละลายด้วย DMSO เป็นความเข้มข้นสารสกัดเริ่มต้น แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบสารออกฤทธิ์ขั้นต่อไป

2. การทดสอบความสามารถของสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคด้วยวิธี Agar well diffusion

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ *E. coli* TISTR 780, *S.* Typhimurium TISTR 292, *S. aureus* TISTR 517, *P. aeruginosa* TISTR 781, *B. cereus, P. vulgaris, A. hydrophila* และ *S. marcescens* (แบคทีเรีย 4 สายพันธุ์สุดท้าย ได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการจัดตั้งภาควิชาจุลชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ความขุ่นของแบคทีเรียเทียบเท่า McFarland standards 0.5 จากนั้นใช้ไม้พันสำลีปลอดเชื้อจุ่มลงในหลอดเพาะเชื้อแต่ละชนิด นำมาเกลี่ยบนผิวหน้าอาหาร NA ใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เจาะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วหยดสารสกัดและยาปฏิชีวนะ ceftriazone เป็น positive control และใช้ DMSO เป็น negative control จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง

3. การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ (Minimum inhibitory concentration, MIC) และหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (Minimal bactericidal concentration, MBC) ด้วยวิธี Broth dilution

นำสารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุดในข้อ 2 มาเจือจางสารสกัดให้มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเจือจางเป็นสองเท่าลำดับส่วน และนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 - 72 ชั่วโมง อ่านผลการเกิดความขุ่นของแบคทีเรียทดสอบในหลอดทดลองด้วยตาเปล่า เทียบกับหลอดควบคุม ค่า MIC คือ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบในหลอดที่ไม่มีความขุ่นเกิดขึ้น จากนั้นนำหลอดทดสอบที่ไม่พบการเจริญของเชื้อในขั้นตอนก่อนหน้านี้ มา Streak plate และบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านเป็นค่า MBC คือค่าที่ให้ผลของการนับจำนวนเซลล์ไม่เกิน ร้อยละ 0.01 ของจำนวนเซลล์เริ่มต้น (Chuah *et al*., 2014, pp. 6-13)

4. ตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ผสมสารสกัดและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและความคงตัวของตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

เลือกสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ดีที่สุด โดยประเมินผลจากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อนำมาผสมในตำรับครีมบำรุงผิว โดยผสมสารสกัด 0.5% น้ำกลั่น 182 มิลลิลิตร Simulgel INS-100 10 กรัม Tween 20 1 กรัม Lexol GT-865 10 กรัม และ SupGuard GM-BP 1 กรัม และน้ำหอม คนสารให้เข้ากัน จากนั้นนำครีมที่ได้บรรจุลงในขวด ปริมาณขวดละ 10 กรัม และนำไปไว้ในสภาวะต่าง ๆ

5. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพและเคมี

นำผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวที่ได้มาทำการทดสอบการคงตัวของตำรับครีม โดยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ คือ สี ลักษณะเนื้อครีม กลิ่น และการประเมินทางเคมี คือ วัดค่าความเป็นกรดด่าง ที่สภาวะร้อนสลับเย็น อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส (Leelapornpisid *et al*., 2014, pp. 1195-1207)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's-b ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$)

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดไหมข้าวโพด ด้วยวิธี agar well diffusion

เมื่อนำสารสกัด เอทิลอะซิเตทและน้ำของไหมข้าวโพด มาทดสอบกับเชื้อก่อโรคทั้ง 8 ชนิด ด้วยวิธี Agar well diffusion โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสการยับยั้ง พบว่าสารสกัดเอทิลอะซิเตทของไหมข้าวโพดมีประสิทธิภาพยับยั้งการจะเจริญของแบคทีเรียก่อโรคได้ดีกว่าสารสกัดน้ำของไหมข้าวโพด โดยสารสกัดเอทิลอะซิเตทของไหมข้าวโพดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสการยับยั้งเท่ากับ 12.83±3.34 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี YRU Journal of Science and Technology ISSN : 2539-5688

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของสารสกัดด้วยเอทิลอะซิเตท และน้ำของไหมข้าวโพดต่อเชื้อแบคทีเรียเมื่อทดสอบด้วยวิธี Agar well diffusion

เชื้อแบคทีเรียทดสอบ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ± S.D. (มิลลิเมตร)					
	ตัวทำละลาย / ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)					
	เอทิลอะซิเตท			น้ำ		
	500	250	125	500	250	125
E. coli	5.33±2.80^{Da}	5.16±3.56^{CDa}	0.33±0.33^{Eb}	0.33±0.57^{Db}	0.50±0.50^{Ca}	0.33±0.33^{Cb}
S. Typhimurium	6.53±2.35^{CDa}	4.83±1.42^{Db}	3.83±2.68^{CDc}	2.00±1.04^{BCa}	1.33±0.88^{ABb}	0.66±0.66^{BCc}
B. cereus	12.50±0.50^{ABa}	9.66±2.84^{Bb}	8.83±1.69^{Ac}	4.00±1.25^{Aa}	1.83±1.36^{Ab}	1.50±1.04^{Ac}
S. aureus	12.83±3.34^{Aa}	10.00±1.15^{ABb}	7.66±1.16^{Bc}	0.83±0.60^{Da}	0.33±0.33^{Cb}	0
S. marcescens	6.50±2.59^{CDa}	4.50±0.50^{Db}	2.16±1.09^{Dc}	1.33±0.72^{CDa}	1.16±1.16^{Bb}	1.00±0.57^{Bc}
P. aeruginosa	10.66±1.74^{BCb}	6.00±1.60^{Cab}	2.66±0.33^{Da}	1.66±0.60^{Ca}	1.33±0.66^{ABb}	0.66±0.66^{BCc}
A. hydrophila	8.16±2.02^{Ca}	7.50±1.15^{BCab}	5.50±1.75^{Cb}	1.50±0.86^{Ca}	0.16±0.16^{Cc}	0.33±0.33^{Cb}
P. vulgaris	12.00±2.00^{Ba}	10.33±0.92^{Ab}	5.33±1.36^{Cc}	2.33±1.16^{Ba}	1.33±0.72^{ABb}	0

a-c = อักษรต่างกันที่แสดงในแถวเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

A-E = อักษรต่างกันที่แสดงในคอลัมภ์เดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

นอกจากนี้เมื่อนำแบคทีเรียทดสอบทั้ง 8 ชนิด มาทำการทดสอบด้วยยาปฏิชีวนะ ceftriaxone ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ พบว่ายาปฏิชีวนะ ceftriaxone ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Typhimurium ได้ดีที่สุดโดยมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสการยับยั้งเท่ากับ 34.00±4.50 มิลลิลิตร (ตารางที่ 2) ยาปฏิชีวนะเซฟไตรอะโซนเป็นยาในกลุ่มเซฟาโลสปอริน มาทดสอบกับเชื้อทดสอบโดยที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งเชื้อทดสอบทั้ง 8 ชนิด โดยให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางวงใสการยับยั้งในช่วง 17-34 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ด้วยวิธี Agar well diffusion

เชื้อแบคทีเรียทดสอบ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ± S.D. (มิลลิเมตร)			
	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)			
	100	50	25	12.5
E. coli	19.16±9.67^{BCa}	13.66±6.88^{BCa}	11.83±5.93^{BCa}	7.16±3.60^{Cb}
S. Typhimurium	34.00±4.50^{Aa}	33.66±2.48^{Aa}	30.50±4.31^{Aa}	23.50±7.54^{Ab}
B. cereus	18.83±1.92^{BCa}	18.00±0.57^{BCa}	14.50±1.25^{BCab}	11.50±2.02^{Bb}
S. aureus	17.16±1.30^{BCa}	15.33±0.88^{BCb}	13.16±0.92^{BCbc}	10.66±0.66^{Bc}
S. marcescens	28.00±2.36^{Ba}	28.16±2.18^{Ba}	25.00±1.32^{Bb}	23.16±2.16^{Ac}
P. aeruginosa	18.33±4.14^{BCa}	15.66±4.41^{BCab}	13.16±4.41^{BCb}	10.6±4.96^{Bc}
A. hydrophila	17.33±1.74^{BCa}	16.00±0.50^{BCa}	11.83±0.88^{BCab}	7.00±2.02^{Cc}
P. vulgaris	11.66±5.83^{Ca}	10.50±5.26^{BCa}	9.00±4.72^{Cb}	7.16±4.04^{Cc}

a-c = อักษรต่างกันที่แสดงในแถวเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

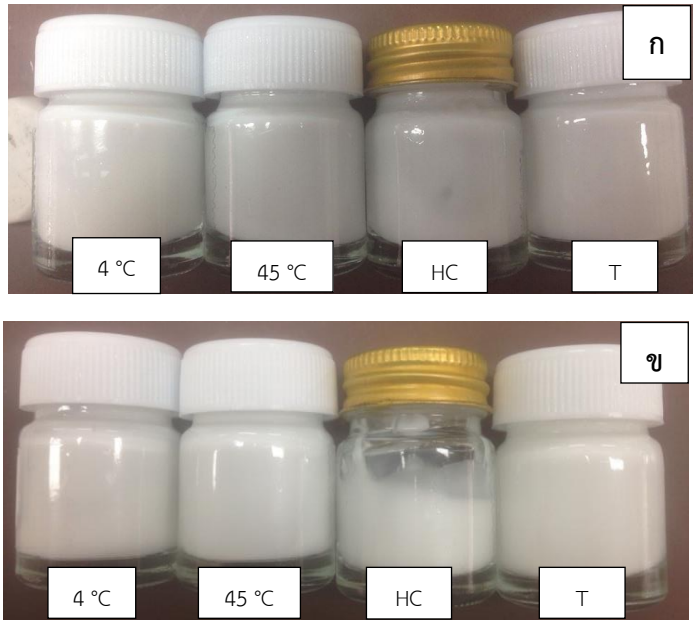
A-C = อักษรต่างกันที่แสดงในคอลัมภ์เดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

2. ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (MIC) ด้วยวิธี Broth dilution และผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทดสอบที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (MBC)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเบื้องต้นด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่า สารสกัดจากไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ดีที่สุด (ตารางที่ 1) จึงนำเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* มาทดสอบหาค่า MIC และ MBC พบว่ามีค่าเท่ากับ 62.5 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาความคงสภาพตำรับครีมบำรุงผิวไหมข้าวโพด

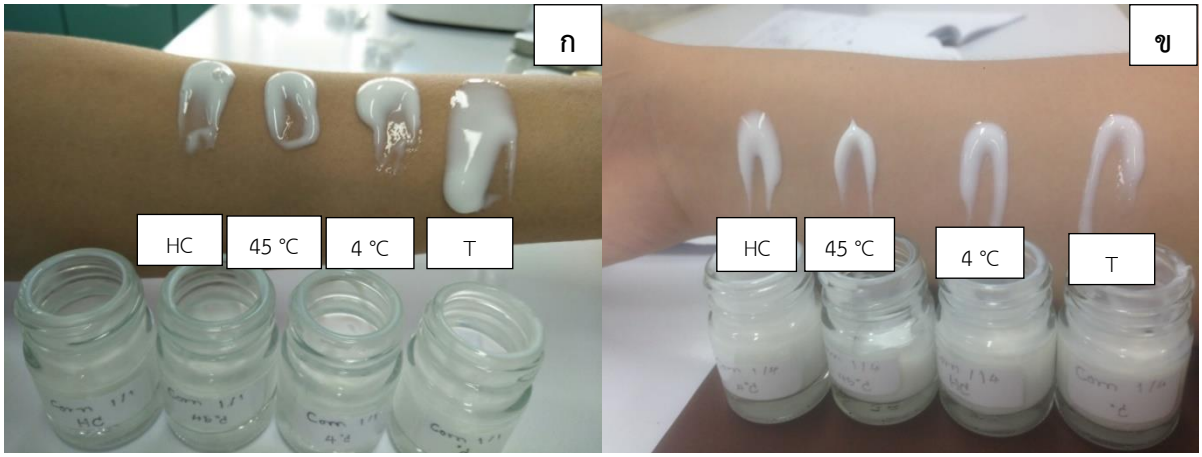
จากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค พบว่า สารสกัดไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตทและน้ำที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *S. aureus* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคผิวหนังบางชนิดได้ จึงนำสารสกัดจากไหมข้าวโพดมาผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครีมบำรุงผิว เมื่อศึกษาความคงสภาพของตำรับครีมที่ 1 –4 สัปดาห์พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ทั้งสภาวะร้อนสลับเย็น อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพ ของครีมมีสีขาวนวล เนื้อครีมไม่แยกชั้น มีความหนืดน้อย เนื้อสัมผัสซึมง่าย ไม่เหนอะ (ภาพที่ 1-2) และมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ที่สภาวะร้อนสลับเย็น อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.07, 7.19, 7.47 และ 7.01 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของครีมบำรุงผิวไหมข้าวโพด สัปดาห์ที่ 1 (ก) และสัปดาห์ที่ 4 (ข)

หมายเหตุ: 4 °C คือ ครีมบำรุงผิวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
45 °C คือ ครีมบำรุงผิวที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส
HC คือ ครีมบำรุงผิวที่สภาวะร้อนสลับเย็น
T คือ ครีมบำรุงผิวที่อุณหภูมิห้อง

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี YRU Journal of Science and Technology ISSN : 2539-5688



ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเนื้อสัมผัสของครีมบำรุงผิวไหมข้าวโพด สัปดาห์ที่ 1 (ก) และสัปดาห์ที่ 4 (ข)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดไหมข้าวโพดพบว่าสารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกบางชนิดได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ อาจเนื่องจากแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบมีองค์ประกอบของโครงสร้างของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน ในแบคทีเรียแกรมบวกพบเพปติโดไกลแคนและกรดเทโคอิกที่เชื่อมกับเพปติโดไกลแคนด้วยพันธะโควาเลนต์และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของผนังเซลล์โดยเพปติโดไกลแคนของแกรมบวกหนากว่าแกรมลบ แบคทีเรียแกรมลบมีไลโปโปรตีนและไลโปโพลิแซคคาไรด์ สามารถต่อต้านสารยับยั้งการเจริญได้ดีกว่าแกรมบวก ผนังเซลล์แกรมลบจึงยอมให้สารผ่านผนังเซลล์ได้ยากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ส่งผลให้สารสกัดเข้าไปทำลายหรือรบกวนการทำงานบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของแกรมลบได้ยากกว่าแกรมบวก (Koohsari *et al*., 2015, pp. 38-42) นอกจากนี้มีงานวิจัยสมุนไพรต่อการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ โดยศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากส่วนของเปลือกผลไม้ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ พบว่า ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ตรวจพบในเปลือกผลไม้ นอกจากนี้เปลือกผลไม้ทุกชนิดที่ทำการศึกษาสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (Tantipaibulvut *et al*., 2012, pp. 880-894)

งานวิจัยของ Prompamorn & Ratcharin (2016, pp. 52-63) ได้ทำการศึกษาการทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นของสารสกัดเอทานอลของสมอไทยในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* และ *S. epidermidis* ด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่าสารสกัดสมอไทยมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้งสองชนิด และมีรายงานการวิจัยสมุนไพรชนิดอื่นที่ออกฤทธิ์ต่อแบคทีเรียก่อโรคดังกล่าวได้ เช่น สารสกัดพิลังกาสาและเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของ *S. aureus* (Tharasawaeng *et al*., 2013, pp. 30-36) และสารสกัดจากเปลือกกล้วยหอมดิบ สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคผิวหนังในกลุ่ม *S. aureus, S. epidermidis* และ *Propionibacterium acne* ได้อีกด้วย (Tangsirisap, 2012, pp. 81-82) เห็นได้ว่าศักยภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรค ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ตัวทำละลาย และปริมาณของสารสกัดที่ใช้ทดสอบ (Muangkote *et al*., 2014, pp. 297-300) จากข้อมูลข้างต้นสารสกัดส่วนใหญ่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรีย ลักษณะคล้ายพวงองุ่น สร้างเอนไซม์บีตาแล็กทาเมส เจริญแบบแฟคัลเททีฟแอนแอโรบ ให้คาตาเลสเป็นบวก เจริญได้เร็วที่สุดที่ 37 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ มีเอนเทอโรทอกซินซึ่งเป็น Superantigen กระตุ้นการเพิ่มจำนวนของ T-cell และ Cytokine ทำให้เกิดอาการไข้ และเอกโซลิเอทีฟทำให้เกิดการย่อยสลายของเซลล์ทำให้ผิวหนังหลุดลอก เรียกว่า *Staphylococcus* scaled skin syndrome (SSSS) ทำให้พบการติดเชื้อที่ผิวหนัง ทำให้เกิดฝี (Furuncles) ฝีฝักบัว (Carbuncles) ตุ่มพุพอง (Impetigo) เป็นตุ่มหนอง พุพอง หรือหนังกำพร้าจะแยกออกและหลุดออกมีขอบม้วน ร้อนแดงและมีเลือดคั่ง เกิดอาการช็อก (TSS) มักเกิดในหญิงที่ใช้ผ้าอนามัยแบบสอด (Mishra *et al*., 2016, pp. 150-159) ดังนั้นสารสกัดจากเศษวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหนังต่อไป

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้ง 8 ชนิด เนื่องจากตัวยาจะรบกวนการสังเคราะห์เพปทิโดไกลแคน ส่งผลให้แบคทีเรียหยุดการเจริญและตายในที่สุด ซึ่งใช้รักษาการติดเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง ติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ ติดเชื้อแบคทีเรียของเยื่อหุ้มสมอง และรักษาการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง โรคติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาเพนิซิลลิน แต่อย่างไรก็ตามพบผลข้างเคียงจากการใช้ยานี้คือ ผู้ป่วยอาจมีอาการท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ผื่นคัน สมดุลของเกลือแร่ในร่างกายถูกรบกวน ปวดศีรษะ วิงเวียน ไตอักเสบ มีภาวะเกล็ดเลือดต่ำ มีไข้ ลมพิษ เป็นต้น ดังนั้นสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการรักษาโรคติดเชื้อในอนาคต (Shahbaz, 2017, pp. 234-238)

งานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่น จากเปลือกผลไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง มังคุดสุก ส้มเขียวหวาน กล้วยน้ำว้าดิบ และหมากสงดิบ พบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วยอะซิโตนให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli* และ *S. typhimurium* สูงที่สุดโดยมีค่า (MIC) น้อยกว่า 195.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทุกชนิดที่ทดสอบด้วยอะซิโตนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำร้อน และสารสกัดด้วยเอทานอลสามารถยับยั้งแบคทีเรียโดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคที่ตรวจพบในเปลือกผลไม้ (Tantipaibulvut *et al*., 2012, pp. 880-894) นอกจากนี้พืชกลุ่มเบอรี่ไทยเช่น มะยม มะเม่า มะขามป้อม หม่อน มีคุณสมบัติในการต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยจับกับเอนไซม์ที่จำเพาะเจาะจง ยับยั้งกระบวนการเกิดอนุมูลอิสระ (Insain, 2018, pp. 69-82) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสารสกัดจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ไหมข้าวโพดนี้จึงถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวซึ่งปัจจุบันตลาดเครื่องสำอางนิยมหาแหล่งธรรมชาติที่ให้สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิที่สามารถออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง ต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งลดกระบวนการสร้างเม็ดสี จึงนำมาตั้งตำรับเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มมูลค่าจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีมูลค่าเพิ่มเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและเป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมต่อยอดงานวิจัยสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป นอกจากนี้สมุนไพรไทยอื่นที่มีการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สครับ ครีมเบส โลชั่นและครีมอาบน้ำมะหาดมีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดี เช่นเดียวกับสารสกัดจากไหมข้าวโพด (Parkpoom & Chantree, 2014, pp. 75-91)

จากการนำสารสกัดจากไหมข้าวโพดมาผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครีมบำรุงผิว พบว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับงานวิจัยของขวัญจิตที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบลองกอง เมื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเจลล้างหน้า โดยมีการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า เจลล้างหน้ามีกลิ่นของสารสกัดเล็กน้อย เกิดฟองดี มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.7 และจากงานวิจัยของ Kumwing (2018, p. 24) พัฒนาตำรับครีมจากข้าวทับทิมชุมแพเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 4 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส เนื้อครีมมีกลิ่นข้าวหอมอ่อนๆ ไม่เหนียวเหนอะ ความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.11-6.55 สูตรเครื่องสำอางนี้มีความคงตัว จากการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง การศึกษาความคงตัวของสารออกฤทธิ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพของเครื่องสำอาง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารออกฤทธิ์เช่น แสง ความร้อน และความเป็นกรดด่าง เนื่องจากค่าความเป็นกรดด่างมีผลอย่างมากต่อการละลายของสารออกฤทธิ์ดังนั้น ในการปรับค่าความเป็นกรดด่างของตำรับเครื่องสำอาง สามารถเพิ่มการสะสมของสารออกฤทธิ์ได้ดีขึ้นอีกด้วย

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทและน้ำ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 8 ชนิดคือ *S. marcescens S. typhimurium S. aureus E. coli B. cereus P. vulgaris P. aeruginosa* และ *A. hydrophila* ด้วยวิธี agar well diffusion และ broth dilution พบว่า สารสกัดน้ำของไหมข้าวโพดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุด โดยมีค่าวงใสการยับยั้ง 8.83 ± 1.69 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตทของไหมข้าวโพด สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยวงใสการยับยั้งเท่ากับ 12.83±3.34 มิลลิเมตร มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) เท่ากับ 62.5 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อนำสารสกัดจากไหมข้าวโพดมาผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครีมบำรุงผิว เมื่อศึกษาความคงสภาพ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRU Journal of Science and Technology
ISSN : 2539-5688

ของตำรับครีมที่ 1–4 สัปดาห์พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ทั้งสภาวะร้อนสลับเย็น อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพของครีมมีสีขาวนวล เนื้อครีมไม่แยกชั้น มีความหนืดน้อยเนื้อสัมผัสซึมง่าย ไม่เหนอะ และมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ที่สภาวะร้อนสลับเย็น อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.07, 7.19, 7.47 และ 7.01 ตามลำดับ งานวิจัยชิ้นถัดไปอยู่ระหว่างการแยกสารบริสุทธิ์ของสารสกัดไหมข้าวโพดและศึกษาคุณสมบัติเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ต่อไป อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในพัฒนาเครื่องสำอางผสมสารสกัดจากไหมข้าวโพดเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เอกสารอ้างอิง

Choi, S.Y., Lee, Y., Kim, S.S., Ju, H.M., Baek, J.H., Park, C.S. & Lee, DH. (2014). Inhibitory effect of corn silk on skin pigmentation. *Molecules, 19*(3), 2808-2818.

Chuah, E.L., Zakaria, Z.A., Suhaili, Z., Bakar, S.A. & Desa, M.N.M. (2014). Antimicrobial activities of plant extracts against methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Microbiology Research*, *4*(1), 6-13.

Helmy, A., El-shazly, M., Seleem, A., Abdelmohsen, U., Salem, MA., Samir, A., Rabeh, M., Elshamy, A. & Singab, A.N.B. (2020). The synergistic effect of biosynthesized silver nanoparticle from a combined extract of parsley, corn silk, and gum Arabic: *in vivo* antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities. *Materials Research Express, 7*, 1-16.

Insain, P. (2018). Inhibition of melanogenesis from Thai berries. *EAU Heritage Journal Science and Technology, 12*(2), 69-82. (in Thai)

Kim, Y.H., Cho, A., Kwon, S.A., Kim, M., Song, M., Han, H.W., Shin, E.J., Park, E. & Lee, S.M. (2019). Potential photoprotective effect of dietary corn silk extracts on ultraviolet B-induced skin damage. *Molecules. 24*(14), 1-21.

Koohsari, H., Ghaemi, EA., Sheshpoli, M.S., Jahedi, M. & Zahiri, M. (2015). The investigation of antibacterial activity of selected native plants from North of Iran. *Journal of Medicine and Life, 8*(2), 38-42.

Kumwing, S. (2018). Development of nourishing skin cream from Tubtim chum phae rice extract. Bachelor degree' s Thesis. Nakhon Sawan Rajabhat University. (in Thai)

Leelapornpisid, P., Muangmai, L., Sirithunyalug, B. Jiranusornkul, S. & Peerapornpisal, Y. (2014). A novel moisturizer extracted from fresh water macroalga [*Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kützing] for skin care cosmetic. *Chiang Mai Journal of Science*, *41*(5.2), 1195-1207.

Mishra, A.K., Yadav, P. & Mishra, A. (2016). A Systemic review on staphylococcal scalded skin syndrome (SSSS): a rare and critical disease of neonates. *The Open Microbiology Journal*, *10*, 150-159.

Muangkote, S., Vichitsoonthonkul, T., Srilaong, V., Wongs-Aree, C. & Photchanachai, S. (2014). Inhibition of human bacterial pathogens from roasted garlic, shallot and dried chili crude extracts. *Thai Journal of Agricultural Science, 45*(2) (Supplement), 297-300. (in Thai)

Nawaz, H., Aslam, M. & Muntaha, S.T. (2019). Effect of solvent polarity and extraction method on phytochemical composition and antioxidant potential of corn silk. *Free radicals and antioxidants, 9*(1), 5-11.

Parkpoom, T. & Chantree, K. (2014). Detection of cross-contamination of pathogens in cosmetic products Containing *Artocarpus lakoocha* extract. *SDU Research Journal, 7*(3), 75-91. (in Thai)

Prompamorn, P. & Ratcharin, N. (2016). Evaluation of antibacterial activity and gel formulation development from *Terminalia chebula* Retz extract. *SDU Research Journal, 9*(1), 52-63. (in Thai)

Shahbaz, K. (2017). Cephalosporins: pharmacology and chemistry. *Pharmaceutical and Biological Evaluations, 4*(6), 234-238.

Tangsirisap, N. (2012). The *in vitro* study of antibacterial activity of unripe banana (*Musa sapientum* Linn.) peels extracts against bacteria causing acne vulgaris and common skin infections. Master's Thesis. Srinakharinwirot University. (in Thai)

Tantipaibulvut, S., Nuamsetti, T. & Dechayuenyong, P. (2012). Antibacterial activity of some fruit-peel extracts. *KKU Research Journal, 17*(6), 880-894. (in Thai)

Tengkaew, S. & Wiwattanadate, D. (2014). Study of source and potential of biomass from field corn in Thailand. *Princess of Naradhiwas University Journal*, *6*(3), 102-111. (in Thai)

Tharasawaeng, S., Sairuomyart, S. Tienungoon, S., Suphaphon, B., Bucha, P. & Chansuvanich, N. (2013). The study of herbal extracts of *Ardisia elliptica* Thunb. fruit and the fruit hull of *Garcinia mangostana* Linn. as a preservative in drugs and cosmetics. *Thai Food and Drug Journal, 20*(2), 30-36. (in Thai)