

การพัฒนาวัสดุปิดแผลชนิดเหลวจากโปรตีนรังไหมร่วมกับสารสกัดแซนโทน
จากเปลือกมังคุดเพื่อยับยั้งเชื้อ *S. aureus*
Development of a Liquid Wound Dressing from Silk Protein Combined
with Xanthone Extract from Mangosteen Pericarp for the Inhibition of
Staphylococcus aureus

ฉันทพร ศรีใจมา¹, พิชญธิดา ชูช่วย¹, รวิพร พยาสม¹
อ้อยใจ ทิพย์เนตร^{1*}, จิรวัฒน์ วโรภาส¹ และจิรพัฒน์พงษ์ เสนาบุตร²

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย, ตำบลรอบเวียง, อำเภอเมืองเชียงราย, จังหวัดเชียงราย 57000, ประเทศไทย

²มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย, ตำบลทรายขาว, อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120, ประเทศไทย

*E-mail: aoijai.aw@pcccr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาวัสดุปิดแผลชนิดเหลวจากโปรตีนรังไหมร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดเพื่อยับยั้งเชื้อ *S. aureus* มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและพัฒนาวัสดุปิดแผลจากโปรตีนรังไหมร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด โดยทำการสกัดสารแซนโทนซึ่งเป็นโปรตีนจากรังไหมด้วยวิธีการต้มได้เป็นน้ำกาวไหมในรูปแบบเจล พร้อมทั้งสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดโดยวิธีการสกัดด้วยเอทานอล และวิเคราะห์หาปริมาณแซนโทนในสารสกัดด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี disc diffusion เมื่อนำเจลโปรตีนรังไหม สารสกัดแซนโทน PVA และน้ำมันละหุ่ง ผสมกันในอัตราส่วน 5 : 5 : 1 : 1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการทดสอบพบว่า สารแซนโทนในสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีปริมาณ 0.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 15.63 ± 0.95 มิลลิเมตร วัสดุปิดแผลที่พัฒนามีอัตราส่วน และคุณสมบัติที่เหมาะสมสอดคล้องกับสมมติฐาน สรุปได้ว่า วัสดุปิดแผลชนิดเหลวนี้นี้มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียรวมทั้งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเนื้อวัสดุที่เหมาะสม และเป็นการประยุกต์ใช้วัสดุจากธรรมชาติเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์

คำสำคัญ: แซนโทน, แซนโทน, โปรตีนรังไหม, วัสดุปิดแผล, *Staphylococcus aureus*

1. บทนำ

ในปัจจุบัน วัสดุปิดแผลชนิดแผ่นที่ใช้กันทั่วไป ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ไม่สามารถแนบสนิทกับผิวหนังบริเวณที่มีความยืดหยุ่นหรือเป็นรอยย่นได้ดี ส่วนใหญ่ทำมาจากวัสดุที่มีองค์ประกอบ ของสารสังเคราะห์ทางเคมี

ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการหลั่งสารฮิสตามีน (histamine) ที่ก่อให้เกิดการแพ้ และการระคายเคือง และยังใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้ยากซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ด้วยปัญหาเหล่านี้คณะผู้จัดทำจึงสนใจที่จะพัฒนาวัสดุปิดแผลรูปแบบใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานจริงมากขึ้น

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุปิดแผลชนิด
เหลวจากวัสดุธรรมชาติ โดยเลือกใช้ โปรตีนจากรังไหม ซึ่ง
มีคุณสมบัติช่วยให้เนื้อวัสดุมีความยืดหยุ่น และทำหน้าที่
เป็น กาวชีวภาพ (bioadhesive) ที่เชื่อมประสาน
โครงสร้างของวัสดุให้ติดแน่นกับผิวหนังได้โดยไม่ต้องใช้
กาวสังเคราะห์ นอกจากนี้ยังผสมผสานกับ สารสกัดแซน
โทนจากเปลือกมังคุด โดยเฉพาะ อัลฟา-แมงโกสทิน ซึ่ง
เป็นสารออกฤทธิ์สำคัญที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรีย
ต้านการอักเสบ และช่วยสมานแผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเลือกใช้ *Staphylococcus aureus* เป็นตัว
ทดสอบ เนื่องจากเป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบได้บ่อยใน
บาดแผลและเป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อ โครงการนี้จึง
มุ่งเน้นการพัฒนาวัสดุที่สามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวได้อย่าง
มีประสิทธิภาพ ลดการระคายเคืองต่อผิวหนัง พร้อมทั้ง
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ
ใช้ทรัพยากรธรรมชาติของไทยอย่างคุ้มค่า เช่น เปลือก
มังคุด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำมา
เพิ่มมูลค่าได้ ทำให้โครงการนี้เป็นแนวทางในการ
สร้างสรรค์วัสดุปิดแผลที่ปลอดภัย ใช้งานได้สะดวก มี
ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถต่อยอดทาง
การแพทย์ต่อไปในอนาคต

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 สกัดสารแซนโทนจากเปลือกมังคุด

นำเปลือกมังคุดมาล้างน้ำให้สะอาดพร้อมตากให้
แห้งและนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60° องศาเซลเซียส
และบดเปลือกมังคุดด้วยเครื่องปั่นละเอียดจนได้ผงเปลือก
มังคุด 500 กรัม ร่อนเปลือกมังคุดที่ปั่นละเอียดแล้วด้วย
ตะแกรงร่อนแล้วนำไปใส่ในขวดโหลจำนวน 100 กรัม
นำเปลือกมังคุดที่ร่อนไว้แล้วมาสกัดด้วยการหมักด้วยเอทานอล 95% ในอัตราส่วน 1:5 กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์
1 ที่เครื่องกรองสุญญากาศ นำมาระเหยเอทานอลด้วย
เครื่องระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส
หมุน 120-150

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด แซนโทนจากเปลือกมังคุด

2.2.1 ทดสอบความเข้มข้นของสารแซนโทน ในสารสกัดเปลือกมังคุด

ทำการส่งตรวจโดยใช้การวิเคราะห์ปริมาณสาร
มาตรฐาน Xanthone ในสารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วย
เทคนิค High performance liquid –Chromatography
(HPLC) ที่ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางการแพทย์
สำหรับบัณฑิตผู้ประกอบการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัด
เชียงใหม่ โดยเตรียมสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นในช่วง
4.69-150 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ฉีดสารมาตรฐานและ
MPE ในปริมาตร 5 ไมโครลิตร ควบคุมอัตราการไหลที่
1.0 มิลลิลิตร/นาที วิเคราะห์ผลที่ความยาวคลื่น 254 นา
โนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับ
ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน และคำนวณหาความ
เข้มข้นของสารมาตรฐานและสารสกัด

2.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้ง เชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ของสารสกัดแซนโทนจาก เปลือกมังคุดด้วยวิธี Disc diffusion technique

การหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (Inhibition zone) ของ
สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด โดยทำการปิเปต สาร
สกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด เอทานอล 95% และวัสดุ
ปิดแผลชนิดเหลวที่จำหน่ายโดยทั่วไป ลงบนกระดาษ
กรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร อย่างละ 1
ไมโครลิตร โดยใช้ Clindamycin ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม
(control) แล้ววางกระดาษกรองบนจานเพาะเชื้อที่เตรียม
ไว้ เพาะเลี้ยง *S.aureus* การบ่มเลี้ยงแบคทีเรียชนิด
S.aureus จะบ่มภายใต้อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง
ของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ที่เกิดขึ้นบน
อาหารเลี้ยงเชื้อโดยวัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร เมื่อได้ผลเส้น
ผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone)
นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหา
ความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ

2.3 เตรียมสารละลายรังไหม

ตัดรังไหมขนาด 0.5 เซนติเมตร นำรังไหมที่ตัดแล้ว 10 กรัมมาต้มกับกรดซิตริกความเข้มข้น 1.2% ที่ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วกรองเศษรังไหมออก เดิมเอทานอลประมาณ 3 เท่าของน้ำกาวยไหม แล้วทิ้งไว้ 1 คืนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำน้ำกาวยไหมไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง และนำตะกอนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำผงโปรตีนรังไหมจำนวน 2 กรัมต่อน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร มาละลายที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส (เกียรติชัย, 2553)

2.4 เตรียมวัสดุปิดแผลจากโปรตีนรังไหมที่มีสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

เตรียม Polyvinyl Alcohol ความเข้มข้น 5% โดยมวลต่อปริมาตร จากนั้นผสม Polyvinyl Alcohol กาวยไหม กลีเซอริน และสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด ในอัตราส่วน 5:5:1:1, 5:3:1:1, 5:5:1:2 ตามลำดับ (ชันเพชร & รสเครือ, 2557)

2.5 ประเมินประสิทธิภาพวัสดุปิดแผลจากโปรตีนรังไหมที่มีสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

2.5.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปิดแผล

ศึกษาอัตราการระเหยของวัสดุปิดแผลบนกระดาษกรองปาดวัสดุปิดแผลลงบนกระดาษกรอง ชั่งน้ำหนักทันที โดยใช้เครื่องชั่งดิจิทัล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง จักรยะเวลาจนกว่า น้ำหนักของกระดาษกรองจะคงที่ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่วัสดุปิดแผล ใช้เวลาระเหยบนกระดาษกรอง จากนั้นนำไปคำนวณหาอัตราการระเหย

2.5.2 การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุปิดแผล

วัดค่า pH ของวัสดุปิดแผลเพื่อเพิ่มความเสถียรของสารออกฤทธิ์และปรับให้เข้ากับการใช้งาน ค่า pH ได้รับการทดสอบและปรับเปลี่ยน ค่า pH 4 - 6 คิดว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับผิว บาดแผลมีช่วงค่า pH 6.5 - 8

ในขณะที่แผลใหม่จะหายเร็วกว่าที่ pH 7.32 เพื่อหลีกเลี่ยงการระคายเคืองของแผลในขณะที่รักษา วัดด้วยเครื่องวัดค่า pH แบบดิจิทัล (ทัพพสารพงศ์ et al., 2563)

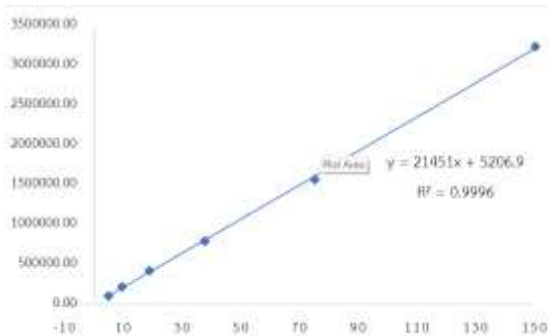
2.5.3 ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี Disc diffusion technique

การหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (Inhibition zone) ของสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด โดยทำการเปิด วัสดุปิดแผลที่มีสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด และวัสดุปิดแผลชนิดเหลวที่จำหน่ายโดยทั่วไป ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร อย่างละ 1 ไมโครลิตร โดยใช้ Clindamycin ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม (control) แล้ววางกระดาษกรองบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ เพาะเลี้ยง *S.aureus* การบ่มเลี้ยงแบคทีเรียชนิด *S.aureus* จะบ่มภายใต้อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยวัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร เมื่อได้ผลเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ

3. ผลการทดลอง

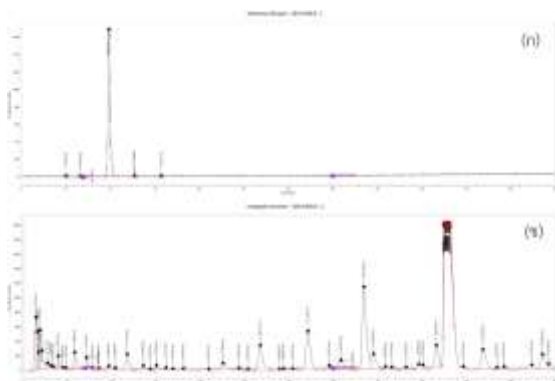
3.1 ผลการสกัดและตรวจสอบปริมาณสารแซนโทนจากเปลือกมังคุด

การวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐาน Xanthone ในผงสารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วยเทคนิค HPLC โดยเตรียมสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นในช่วง 4.69-150 µg/ml พบสารมาตรฐานที่เวลา (Retention time) 9.852 นาที จากนั้นพลอตกราฟระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ได้กราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรงโดยมีค่าสมการเชิงเส้นตรง $y = 21451x + 5206.9$ และมีค่า $R^2 = 0.9996$ แสดงกราฟมาตรฐานแสดงดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 กราฟระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Xanthone

การวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐาน Xanthone โคโรมาโทแกรมของสารมาตรฐานและโคโรมาโทแกรมของ Xanthone ในสารสกัดจากเปลือกมังคุด แสดงดังภาพต่อไปนี



กราฟที่ 2 โคโรมาโทแกรมของสารมาตรฐาน Xanthone (ก) โคโรมาโทแกรมของสารสกัดจากเปลือกมังคุด (ข)

จากกราฟที่ 2 พบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุด มีปริมาณสารแซนโทน (Xanthone) เท่ากับ 0.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ของเปลือกมังคุดหรือร้อยละ 0.063 โดยมวลต่อปริมาตร

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ของสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี Disc diffusion technique



ภาพที่ 1 แสดงผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อของสารสกัด

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อของสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

สารที่ใช้ทดสอบ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนยับยั้งเชื้อ (Inhibition zone) (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, มิลลิเมตร)
	โซนยับยั้งเชื้อ
Clindamycin (A)	37.53 ± 0.79
สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด (B)	15.63 ± 0.95
Ethanol 95% (C)	5.52 ± 0.60
วัสดุปิดแผลชนิดเหลวที่จำหน่ายโดยทั่วไป (D)	6.35 ± 0.03

จากตารางที่ 1 พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อ (Inhibition zone) ของ Clindamycin สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด Ethanol 95% และวัสดุปิดแผลชนิดเหลวที่จำหน่ายโดยทั่วไป มีค่า Inhibition zone เท่ากับ 37.53 ± 0.79 , 15.63 ± 0.95 , 5.52 ± 0.60 และ 6.35 ± 0.03 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

3.3.1 การศึกษาอัตราการระเหยของวัสดุปิดแผลบนกระดาษกรอง

จากการศึกษาอัตราการระเหยของวัสดุปิดแผลบนกระดาษกรอง โดยปาดวัสดุปิดแผลบน กระดาษกรอง ชั่งน้ำหนักทันทีโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง จักระยะเวลาจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

Orbital	Inhibition rate on filter paper (µg/ml)		
	Ratios of PVA alk. protein, glycerin and mangosteen extract	5:5:1:2	5:5:1:1
1	0.00126	0.00087	0.00078
2	0.00096	0.00085	0.00107
3	0.00113	0.00091	0.00093
Average	0.00112	0.00088	0.00093

จากตารางที่ 2 จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนของ Polyvinyl Alcohol กาวไหม กลีเซอริน และ สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดมีผลต่ออัตราการระเหยของวัสดุปิดแผล โดยอัตราส่วนของวัสดุปิดแผลที่มีอัตราการระเหยบนกระดาษกรองมากที่สุด คือ อัตราส่วน 5:5:1:1 โดยมีอัตราการระเหยเฉลี่ย 0.00112 กรัมต่อนาที จึงนำวัสดุปิดแผลที่อัตราส่วน 5:5:1:1 ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพตรงตามวัตถุประสงค์ไปทดสอบต่อไป

3.4 การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

3.4.1 ผลการวัดค่า pH ของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด

ผลการวัดค่า pH ของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด ค่า pH ที่วัดได้คือ 6.2

3.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุดด้วยวิธี Disc diffusion technique



ภาพที่ 2 แสดงผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อของวัสดุปิดแผล

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อของวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัด

สารที่ทดสอบ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; มิลลิเมตร)
	50 µg/ml
Clindamycin (A)	29.87 $\pm$ 0.12
สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด (B)	13.92 $\pm$ 0.15
วัสดุปิดแผลที่มีส่วนผสมของแซนโทน (C)	5.54 $\pm$ 0.02
วัสดุปิดแผลที่มีส่วนผสมของแซนโทน (D)	8.89 $\pm$ 0.02

จากตารางที่ 3 พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อ (Inhibition zone) ของ Clindamycin สารสกัดแซนโทนจากเปลือกมังคุด วัสดุปิดแผลชนิดเหลวที่จำหน่ายโดยทั่วไป และวัสดุปิดแผลร่วมกับสารสกัดมีค่า Inhibition zone เท่ากับ 29.87 $\pm$ 0.12, 13.92 $\pm$ 0.15, 5.54 $\pm$ 0.02 และ 8.89 $\pm$ 0.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 อภิปรายผลการทดลอง

เมื่อนำสารสกัดที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่พบได้บ่อยในแผลติดเชื้อ พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อเท่ากับ 15.63 $\pm$ 0.95 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารแซนโทนอย่างมีนัยสำคัญทางชีวภาพ โดยฤทธิ์ต้านเชื้อของแซนโทนนั้นเกิดจากกลไกการทำลายผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ส่งผลให้สารภายในเซลล์รั่วไหล และนำไปสู่การตายของเซลล์ นอกจากนี้แซนโทนยังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านออกซิเดชันที่อาจส่งผลต่อการสมานแผลร่วมด้วย และเมื่อมีการพัฒนาเป็นวัสดุปิดแผลจากสารโพลิเมอร์ธรรมชาติและกึ่งสังเคราะห์ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ 5:5:1:1 เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพของเนื้อวัสดุที่เหมาะสม ไม่เปราะบางหรือแห้งเกินไป และมี อัตราการระเหยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.00112 กรัม/นาที่ บนกระดาษกรอง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการปล่อยความชื้นในระดับที่เหมาะสมกับการสร้างสภาพแวดล้อมที่ชุ่มชื้นที่ช่วยเร่งการฟื้นฟูเซลล์เนื้อเยื่อ นอกจากนี้ ค่า pH ที่วัดได้ของวัสดุปิดแผลเท่ากับ 6.2 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า pH ของผิวหนังมนุษย์

ที่มีค่าประมาณ 5.5–6.5 โดยค่า pH ที่เหมาะสมมีผลต่อการรักษาสมดุลของไมโครไบโอมผิวหนังและช่วยยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค และการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปิดแผลที่มีส่วนผสมของสารสกัดแซนโทน พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* เท่ากับ 8.89 ± 0.02 มิลลิเมตร แม้ว่าค่าดังกล่าวจะต่ำกว่าสารสกัดแซนโทนในรูปของเหลวที่มีค่า 15.63 ± 0.95 มิลลิเมตร แต่ยังคงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ และดีกว่าวัสดุปิดแผลทั่วไปในท้องตลาด อาจเป็นผลจากการที่สารแซนโทนถูกรวมอยู่ในเมทริกซ์พอลิเมอร์ ทำให้การปลดปล่อยสารออกฤทธิ์เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ส่งผลให้การแพร่กระจายลดลงแต่ให้ผลดีในเชิงการใช้งานจริง

4.2 สรุปผลการทดลอง

จากการสกัดเปลือกมังคุด 100 กรัมพบว่าสารสกัดที่ได้มีลักษณะเหนียวข้น มีสีเหลืองเข้ม ปริมาณ 25 มิลลิตร เมื่อวิเคราะห์สารสกัดที่ได้ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) แสดงดังกราฟที่ 2 พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีปริมาณสารแซนโทน (Xanthone) เท่ากับ 0.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ของเปลือกมังคุด หรือร้อยละ 0.063 โดยมวลต่อปริมาตร และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารแซนโทนจากเปลือกมังคุด พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อเท่ากับ 15.63 ± 0.95 มิลลิเมตร และเมื่อพัฒนาเป็นวัสดุปิดแผลพบว่าอัตราส่วน 5:5:1:1 มีเนื้อสัมผัส และอัตราการระเหยบนกระดาษกรองเหมาะสมที่สุด เมื่อวัดค่า pH พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.2 และยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเชื้อเท่ากับ 8.89 ± 0.02 มิลลิเมตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับคำปรึกษา คำชี้แนะ ตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสาขา

ชีววิทยาและเคมี จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เชียงราย และ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร พลเยี่ยม. (2556). การสกัดเชริซินจากรังไหม *Bombyx mori* and *Samia cynthia ricini*. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ชุมใจ, อ., หาญนุรักษ์, อ., ลิ้มณิ, ศ., เจียมณิ, อ., จินาภา, ก., และ นพปศักดิ์, บ. (2562). *ฟิล์มโปรตีนและคุณลักษณะฟิล์มโปรตีนที่ได้จากเศษเหลือกระบวนการผลิตเส้นไหม*.
- ประสงค์ดี, ป. (2563). *การพัฒนาและประเมินพลาสติกอร์ปิดแผลแบบเหลวที่มีสารสกัดใบสาบเสือ*.
- ปิยะพันธ์, ส. (2567). *การพัฒนาแผ่นปิดแผลที่มีโปรตีนกาวไหมและสารสกัดจากอบเชยสำหรับแผลติดเชื้อ*.
- พจนานุกิจ, น., และ ขจรชีพพันธุ์งาม, ส. (2553). *เปรียบเทียบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ขมิ้นชัน และใบบัวบก*.
- มีทรัพย์, พ., และ บัวชาติ, ส. (2561). *ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus และ Escherichia coli*.
- เหลียงนฤตม, อ. (2565). *การพัฒนาแผ่นแปะปิดบาดแผลจากสารสกัดเปลือกมังคุด*.
- Chin, Y., & Kinghorn. (2008). *Structural characterization, biological effects, and synthetic studies on xanthonones from mangosteen (Garcinia mangostana), a popular botanical dietary supplement*.
- Tanikan Sangnim, P. M. (2022). *Development and Evaluation of Liquid Plaster Loaded with Chromolaena odorata Leaf Extract Endowed with Several Beneficial Properties to Wound Healing*.