การพัฒนาตำรับและประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ของแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก

THE FORMULATION AND EVALUATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF TOPICAL HEMOSTASIS GEL PATCHES CONTAINING *CYNODON DACTYLON* (L.) PERS. EXTRACT

ยัฟตีมา มะรือสะ รัยญาณร์ อุษมาน ยมล พิทักษ์ภาวศุทธิ และ สุกาญจนา กำลังมาก*
Yaftima Maruesa, Raiyan Usman, Yamon Pitakpawasutthi,
and Sukanjana Kamlungmak*
สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ
Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University
*corresponding author e-mail: ksukanjana@tsu.ac.th

(Received: 26 February 2023; Revised: 4 April 2023; Accepted: 7 April 2023)

บทคัดย่อ

หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) มีสรรพคุณช่วยสมานแผล และเป็นยาห้ามเลือด สารสกัดหญ้าแพรกจึงเป็นสารที่น่าสนใจนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ห้ามเลือด การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีของสารสกัดหญ้าแพรก ได้แก่ สารแทนนิน และสารอัลคาลอยด์ ในตัวทำละลายที่ต่างกัน นำมาพัฒนาสูตรตำรับ ทดสอบการดูดซึมน้ำ และทดสอบความคงสภาพของตำรับแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดจากหญ้าแพรกโดยวิธีการหมักด้วยเอทานอลมีสารอัลคาลอยด์และสารแทนนินซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณสมบัติในการห้ามเลือด สามารถนำมาเป็นสาระสำคัญในการพัฒนาแผ่นเจลห้ามเลือด อีกทั้งยังพัฒนาจนได้แผ่นเจลที่มีความคงตัวดีทั้งหมด 4 สูตร จากการทดสอบการดูดซึมและกักเก็บน้ำของแผ่นเจล พบว่า สูตรที่ D ซึ่งประกอบด้วย สารสกัดหญ้าแพรก เจลาติน คาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส และน้ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 5 : 2 : 63 สามารถดูดซึมและกักเก็บน้ำได้มากที่สุด และพบว่า ตำรับแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทั้งสีละกลิ่นหลังการทดสอบเสร็จ อีกทั้งการพัฒนาตำรับแผ่นเจลครั้งนี้ใช้ตัวทำละลายที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green solvent) และแผ่นเจลหญ้าแพรกยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปลดปล่อยยาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ห้ามเลือดที่สามารถวางขายในท้องตลาดได้ในอนาคต

คำสำคัญ: แผ่นเจล หญ้าแพรก กลไกการห้ามเลือด

Abstract

Cynodon dactylon (L.) Pers. has properties to help heal wounds and can be used as a hemostatic drug. Therefore, the *C. dactylon* extracts is an effective substance developed into a hemostatic product. This study aims to study the botanical chemistry of *C. dactylon* extracts, including tannins and alkaloids in different solvents, developed formulas, water absorption, and stability tests of hemostatic gel patches containing *C. dactylon* extract. The results of the study showed that *C. dactylon* extract using fermentation with ethanol contains alkaloids and tannins, which indicate hemostatic properties. The resulting *C. dactylon* extract can be critical in the hemostatic gel patches recipe. It has also developed four formulations to obtain a stable gel patch. We found that formula D consists of *C. dactylon* extract, gelatin, carboxymethyl cellulose (CMC), and water as a ratio 30 : 5 : 2 : 63 which can absorb and store the most water. The hemostatic gel patches containing *C. dactylon* extract did not affect the physical appearance, i.e., color, and odor at the end of the test. In addition, developing this gel patch recipe using a green solvent is suitable as an essential substance in developing this *C. dactylon* gel sheet. The *C. dactylon* gel patch can also be used to release medicines and develop hemostatic products that can be sold on the market.

Keywords: Gel patches, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., Hemostasis

บทนำ

จากรายงาน Global Status Report on Road Safety 2018 ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) พบว่า จำนวนผู้เสียชีวิตบนท้องถนนทั่วโลกยังคงเพิ่มขึ้น ดังข้อมูลในปี ค.ศ. 2016 พบว่า ทุกหนึ่งชั่วโมงจะมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน 155 คน หรือมีจำนวนผู้เสียชีวิตสูงถึง 1.35 ล้านคนต่อปี ทั่วโลก และจากรายงานปี 2018 ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนสูงสุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 32.70 คน ต่อประชากร 1 แสนคน ผู้เสียชีวิตในกลุ่มดังกล่าว พบว่า มีสาเหตุมาจากการสูญเสียเลือดเป็นปริมาณมาก (World Health Organization, 2018) หากผู้ได้รับบาดเจ็บได้รับการดูแลช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีก็สามารถป้องกันการการเสียชีวิตได้ การห้ามเลือดจึงถือเป็นหัตถการช่วยชีวิตที่สำคัญในการดูแลผู้ได้รับบาดเจ็บนอกโรงพยาบาล (ชัพวิชญ์, พีรวิชญ์ และสุรศักดิ์, 2561) การสูญเสียเลือดส่วนใหญ่เกิดจากบาดแผล ซึ่งบาดแผล (Wounds) เป็นการบาดเจ็บที่มีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ

ที่ห่อหุ้มร่างกายส่งผลทำให้มีภาวะเลือดออกจากบาดแผล ความรุนแรงของการบาดเจ็บอาจทำให้อวัยวะต่างๆ ที่อยู่ลึกลงไปใต้บาดแผลภายในร่างกายได้รับอันตรายได้ (สุมิตรา, 2565) โดยร่างกายมนุษย์จะมีระบบห้ามเลือดเป็นการป้องกันการสูญเสียเลือดออกนอกร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยกลไกการทำงานร่วมกัน ได้แก่ การแข็งตัวของเลือดปฐมภูมิ (Primary hemostasis) มีเกล็ดเลือด (Platelets) และเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial cell) และการแข็งตัวของเลือดทุติยภูมิ (Secondary hemostasis) ประกอบด้วย โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือดหลายชนิด (Coagulation factors) ทำงานต่อเนื่องกัน และมีระบบการควบคุมการเกิดและสลายของลิ่มเลือดให้อยู่ในภาวะสมดุลด้วยระบบสลายลิ่มเลือด (Fibrinolytic system) และสารต้านการแข็งตัวของเลือดตามธรรมชาติ (Natural anticoagulant) (Pipatvilikul & Kanlerd, 2022)

ปัจจุบันมีการใช้พลาสเตอร์ยาเพื่อช่วยในการการห้ามเลือด แต่มีข้อจำกัดในด้านขนาดของบาดแผล เนื่องจากพลาสเตอร์ยามีขนาดเล็ก เหนียวเหนอะหนะ และหากนำมาใช้ผิดวิธีก็อาจทำให้แผลติดเชื้อและเกิดแผลเน่าได้ โดยพลาสเตอร์ยาห้ามใช้ปิดบาดแผลเป็นระยะเวลานาน เพราะจะทำให้บาดแผลไม่แห้งและสมานได้ช้า ผ้าก๊อซ เป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่ใช้กันมาอย่างยาวนาน หาได้ง่าย เป็นตัวเลือกแรกที่ใช้ในการทำแผลโดยทั่วไป มีความสามารถในการดูดซับได้ดีพอสมควร แต่มีข้อเสียหลายอย่าง เช่น การติดของผ้าก๊อซกับบาดแผล ทำให้เกิดการเจ็บปวด นอกจากนี้ผ้าก๊อซเป็นวัสดุที่เป็นผ้า เลือดสามารถซึมผ่านได้จึงต้องใช้ปริมาณมากในการห้ามเลือด (Boochangkool, 2017) นอกจากนี้ยังมีสายรัดห้ามเลือด หลักการของสายรัดห้ามเลือด คือ การหยุดการไหลของเลือดจากหลอดเลือดแดงใหญ่ โดยก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อให้น้อยที่สุด แต่มีข้อจำกัด เนื่องจากสายรัด สร้างแรงดันในอวัยวะที่รัดมากเกินไป ส่งผลให้อวัยวะอื่นๆ นอกจากหลอดเลือดมีการบาดเจ็บมากขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะเส้นประสาท (วศิน, 2561)

ไฮโดรเจลเป็นโพลิเมอร์ที่มีลักษณะเป็นโครงข่าย 3 มิติ เป็นไฮโดรฟิลลิก มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี ซึ่งคุณสมบัตินี้จึงได้มีการพัฒนาไฮโดรเจลเพื่อใช้ประโยชน์ในทางด้านการแพทย์และเวชสำอาง เช่น วัสดุปิดแผล (ธนาภา, สุธาสินี และณัฐวดี, 2563) เจลาติน (Gelatin) เป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติชนิดหนึ่ง สามารถละลายน้ำได้ ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดในตำรับยาต่างๆ มีสมบัติเฉพาะตัวที่มีความชอบน้ำขยายตัวและดูดซับ (สุพนิต, 2560) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl Cellulose; CMC) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสในรูปอีเทอร์ ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดและจัดเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ประเภทพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic) มีคุณสมบัติเพิ่มความคงตัว (Suspending Agent) เพิ่มความหนืด (Viscosity-Increasing Agent) และเป็นสารดูดซับน้ำ (Water-Absorbing Agent) (กัมปนาท, 2560)

หญ้าแพรกเป็นพืชวัตถุชนิดหญ้าพบได้ตามท้องถิ่นในพื้นที่ต่างๆ มีชื่อวิทยาศาสตร์: *Cynodon dactylon* (L) Pers จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae หรือ Gramineae มีสรรพคุณทางยา ช่วยสมานแผล

และทำให้แผลหายเร็วขึ้น อีกทั้งยังใช้เป็นยาห้ามเลือด โดยการนำทั้งต้นมาตำแล้วพอกบริเวณที่เกิดแผล จากการวิเคราะห์ทางพฤกษเคมี พบว่า หญ้าแพรกมีสารฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ แทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตียรอยด์ ซาโปนิน โปรตีน น้ำมันหอมระเหย และน้ำมันไม่ระเหย (Al-Snafi, 2016) จากผลการศึกษาก่อนหน้า พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกสามารถช่วยให้เลือดจากบาดแผลในหนูทดลองหยุดไหล (Bleeding time) และเลือดแข็งตัว (Clotting time) เร็วกว่าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดหญ้าแพรก (Hugar & Ramesh, 2014) นอกจากนี้ยังมีรายงานการฉีดสารอัลคาลอยด์ของหญ้าแพรกในหลอดเลือดดำของกระต่ายทดลอง พบว่า เลือดจากบาดแผลของกระต่ายจะเกิดการแข็งตัวขึ้น และเลือดจะหยุดไหลได้เร็วขึ้น (วิทย์, 2542)

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของสมุนไพรหญ้าแพรกที่มีอยู่อย่างแพร่หลายในท้องถิ่น โดยนำหญ้าแพรกมาสกัดสารสกัดด้วยวิธีการต้ม และการหมักด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ เพื่อนำสารสกัดหญ้าแพรกมาศึกษาสารพฤกษเคมีของสารแทนนิน และสารอัลคาลอยด์ในตัวทำละลายที่ต่างกัน จากนั้นจะนำมาทดสอบความคงตัวของสารสกัดหญ้าแพรกเพื่อนำมาพัฒนาสูตรแผ่นเจลและแผ่นเจลหญ้าแพรก และนำมาทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นเจลและแผ่นเจลหญ้าแพรก อีกทั้งยังมีการทดสอบความคงสภาพของแผ่นเจล และแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้สมุนไพรรูปแบบเจลห้ามเลือดให้เกิดประโยชน์สูงสุด และได้ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิผลและความปลอดภัย

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยการพัฒนาตำรับและประเมินผลแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกมีด้วยกัน ดังนี้

1. การเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์พืช

เก็บตัวอย่างพันธุ์พืชในพื้นที่อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี จากนั้นจัดเรียงตัวอย่างพันธุ์พืชบนหนังสือพิมพ์ พร้อมยึดตัวอย่างพันธุ์พืชด้วยเทปกาว และวางกระดาษหนังสือพิมพ์ทับลงบนตัวอย่างพันธุ์พืช และนำไปทับด้วยแผงอัดให้แน่นนาน 3 เดือน จนกว่าพันธุ์พืชจะแห้ง เมื่อแห้งแล้ว นำมาเย็บบนกระดาษขนาด A3 พร้อมติดข้อมูลการเก็บตัวอย่าง จากนั้นหุ้มด้วยพลาสติกใส นำไปจัดเก็บ ณ อาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง โดยมีรหัส Herbarium Code คือ BioSciTSU 3(G2)

2. การเตรียมสารสกัดสมุนไพร

2.1 การเตรียมสารสกัดจากหญ้าแพรกโดยวิธีการต้ม

นำหญ้าแพรกทั้งต้น มาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด เติมน้ำลงในหม้อต้มโดยสัดส่วน 1 : 5 ทำการต้มสมุนไพรจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มากรอง

แยกกากด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองต่อด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 จะได้สารสกัดจากหญ้าแพรกด้วยวิธีการต้ม (ทัณฑิกา และคณะ, 2564)

2.2 การเตรียมสารสกัดจากหญ้าแพรกโดยวิธีการหมักด้วยเอทานอล

นำสมุนไพรหญ้าแพรกมาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด อบที่อุณหภูมิ 60 °C บดเป็นผงหยาบ สกัดด้วย 95% เอทานอล ด้วยวิธีการหมัก (Maceration) (Balasundari & Boominathan, 2018) อัตราส่วน 1 : 2 (w/v) นาน 7 วัน โดยการกวนสารสกัดสมุนไพรทุกวันๆ ละ 20 นาที กรองสารสกัดสมุนไพรที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง และกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1

3. การทดสอบสารพฤกษศาสตร์เคมีของอัลคาลอยด์และแทนนิน

3.1 ขั้นตอนการทดสอบสารอัลคาลอยด์ โดยชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก (10% H_2SO_4) 15 ml เขย่าให้สารเข้ากัน นำไปอุ่นบน Hotplate 5 นาที ที่อุณหภูมิ 90 °C จากนั้นนำของเหลวที่กรองได้ไปหยดน้ำยาดราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's reagent) หากปรากฏตะกอนสีส้มแดง แสดงว่า พบอัลคาลอยด์ ทำซ้ำ 3 ครั้ง (กชกร และคณะ, 2564)

3.2 ขั้นตอนการทดสอบสารแทนนิน (Tannins) ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.0 mL นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก น้ำของเหลวที่ได้จากการกรองเติมสารละลายเฟอริคคลอไรด์ (1% $FeCl_3$) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำ แสดงว่า พบแทนนิน ทำซ้ำ 3 ครั้ง (ณพัฐอร, 2562) ทำการคัดเลือกสารสกัดหญ้าแพรกที่พบสารแทนนิน และสารอัลคาลอยด์ เพื่อนำไปสร้างสูตรตำรับแผ่นเจลหญ้าแพรก

4. การพัฒนาแผ่นเจลหญ้าแพรก

ส่วนประกอบของการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นเจลหญ้าแพรก ดังตารางที่ 1 โดยนำบีกเกอร์มาวางบน Magnetic Stirrer ใส่น้ำ 63-83 ml พร้อมใส่แท่งแม่เหล็กกวนสาร เปิด Magnetic Stirrer ที่อุณหภูมิ 70 °C และความเร็ว 100 rpm (Satapathy et al., 2015) นำเจลาตินปริมาณ 5 กรัม มาละลายในน้ำที่ตั้งไว้นาน 10 นาที จากนั้นใส่ CMC ปริมาณ 2 กรัม โดยค่อยๆ เติม CMC ทีละน้อยลงในบีกเกอร์ เพื่อให้ละลายและป้องกันการจับตัวเป็นก้อน เมื่อเจลาตินและ CMC ละลายค่อยๆ เติมสารสกัด 10-30 ml กวนให้สารละลายเข้ากับเนื้อเจล และเทเจลที่ได้ลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนสี่เหลี่ยม ช่องละประมาณ 10 ml จากนั้นนำไปใส่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของแผลเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก

ลำดับ	ส่วนประกอบ	อัตราส่วนร้อยละ
1	สารสกัดหญ้าแพรก	10-30
2	Gelatin	5
3	CMC	2
4	น้ำ	63-83

5. การทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำ ดัดแปลงจากงานวิจัยก่อนหน้า (Yoo & Kim, 2008) โดยการเตรียมแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก พร้อมชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล จากนั้นนำแผ่นเจลที่ชั่งได้ใส่ลงไปในจานทดลอง เตรียมน้ำ 10 ml เทลงบนแผ่นเจล จับเวลา 10 นาที เมื่อครบ 10 นาที นำเจลไปชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกผล จากนั้นนำเจลมาแช่ต่อในจานทดลอง จับเวลาอีก 10 นาที เมื่อครบ 10 นาที นำเจลไปชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกผลเป็นนาทีที่ 20 จากนั้นนำเจลมาแช่ต่อในจานทดลอง จับเวลาอีก 10 นาที เมื่อครบ 10 นาที นำเจลไปชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกผลเป็นนาทีที่ 30 ทำซ้ำ 3 ครั้ง

6. การทดสอบความคงสภาพของของแผ่นเจล

6.1 การทดสอบความคงสภาพของของแผ่นเจลระยะเวลา 3 เดือน

การทดสอบความคงสภาพของของแผ่นเจลระยะเวลา 3 เดือน (ศิวาพัชญ์ และญษมณ, 2019) โดยนำแผ่นเจลที่ดีที่สุดทั้ง 4 สูตร มาวางไว้บนภาชนะ ปิดด้วยฝา จากนั้นพันเทปใสรอบๆ ภาชนะ ทำซ้ำ สูตรละ 6 แผ่น จากนั้นนำไปตั้งในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C สูตรละ 3 แผ่น และตั้งในอุณหภูมิห้อง 30 °C สูตรละ 3 แผ่น เป็นเวลา 3 เดือน เมื่อครบ 3 เดือน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

6.2 การทดสอบความคงสภาพของของแผ่นเจลในสภาวะเร่ง

การทดสอบความคงสภาพของของแผ่นเจลในสภาวะเร่ง (Rakwathin, 1997) โดยนำแผ่นเจลทั้ง 4 สูตร ปริมาณ 10 ml ใส่ในภาชนะทั้ง 4 ปิดฝา จากนั้นนำไปตั้งในตู้อบอุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นตั้งในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 2 วัน นับเป็น 1 Cycle ทำจนครบ 6 Cycles เมื่อครบแต่ละ Cycle สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ผลการวิจัย

1. การเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์พืช

จากการเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์พืชในพื้นที่อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี พบว่า หญ้าแพรกมีลักษณะลำต้นเป็นข้อและมีรากงอกออกมา ลักษณะของใบจะออกตามข้อของลำต้นโดย

ลักษณะของใบเป็นรูปเส้นยาวหรือรูปใบหอกเรียว ปลายใบแหลมยาว ออกดอกเป็นช่อกระจุก ในช่อหนึ่งจะมี ดอกย่อยอยู่ประมาณ 3-6 ช่อย่อย

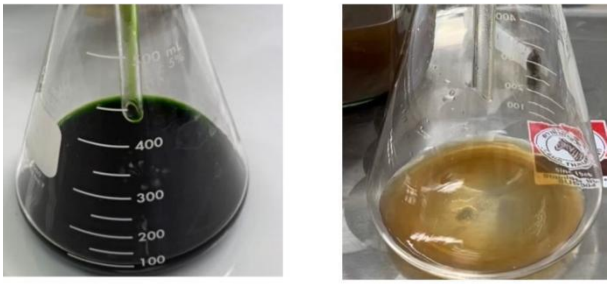
2. การเตรียมสารสกัดสมุนไพร

จากการเตรียมสารสกัดหญ้าแพรกด้วยตัวทำละลายเอทานอลตามระยะเวลาที่กำหนด 7 วัน พบว่า ได้สารสกัดหญ้าแพรกมีลักษณะใส สีเขียวเข้ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะ ส่วนสารสกัดหญ้าแพรกที่สกัดด้วยน้ำโดยการต้มสมุนไพรจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกมีลักษณะใส สีน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นหอมเฉพาะ เมื่อนำสารสกัดทั้ง 2 มาทดสอบสารพฤกษศาสตร์เคมี พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกที่สกัดด้วยเอทานอลโดยวิธีการหมัก พบสารแทนนินและสารอัลคาลอยด์ แต่สารสกัดหญ้าแพรกด้วยน้ำโดยวิธีการต้ม ไม่พบสารดังกล่าว ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดสมุนไพร และผลการทดสอบสารพฤกษเคมี

วิธีการสกัด	ลักษณะทางกายภาพ		การทดสอบสารพฤกษศาสตร์เคมี	
	สี	กลิ่น	สารแทนนิน	สารอัลคาลอยด์
สกัดด้วยเอทานอล	สีเขียวเข้ม	กลิ่นหอมเฉพาะ	+	+
สกัดด้วยน้ำ	สีน้ำตาลอ่อน	กลิ่นหอมเฉพาะ	-	-

\+ พบสารพฤกษเคมี - ไม่พบสารพฤกษเคมี



(ก) การสกัดด้วยเอทานอลโดยวิธีการหมัก (ข) การสกัดด้วยน้ำโดยวิธีการต้ม

ภาพที่ 1 การสกัดหญ้าแพรก (ก) ด้วยเอทานอลโดยวิธีการหมัก และ (ข) ด้วยน้ำโดยวิธีการต้ม

3. การพัฒนาแผ่นเจลหญ้าแพรก

จากรายงานวิจัยก่อนหน้าของคณะผู้วิจัย (ยัฟตีมา และคณะ, 2565) พบว่า การพัฒนาแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกทั้ง 4 สูตรของผู้วิจัย พบว่า สูตร A เป็นสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากสูตร A แผ่นเจลมีการขึ้นรูป สัมผัสนุ่ม ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะของ Gelatin

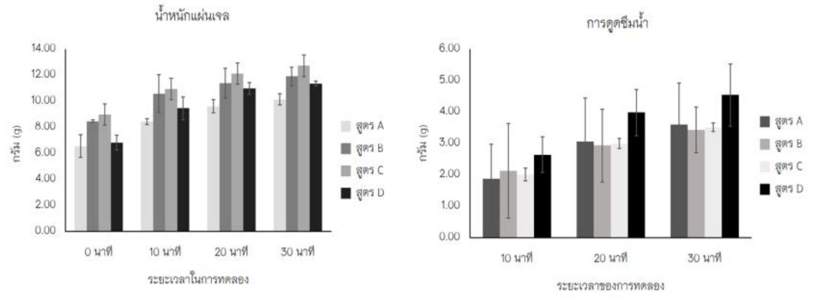
และมีความยืดหยุ่น ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาตำรับแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกในสูตร B–D โดยสามารถใส่สารสกัดหญ้าแพรกอัตราส่วน 10–30 (% w/w) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการพัฒนาแผ่นเจล และแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก

ลำดับ	**ส่วนประกอบ**	**อัตราส่วน (% w/w)**			
		สูตร A	**สูตร B**	**สูตร C**	**สูตร D**
1	สารสกัดหญ้าแพรก	–	10	20	30
2	Gelatin	5	5	5	5
3	CMC	2	2	2	2
4	น้ำ	93	83	73	63

4. การดูดซึมน้ำ

จากผลการทดสอบน้ำหนักของแผ่นเจลทั้ง 4 สูตร A–D พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแผ่นเจลในระยะเวลา 0 นาที สูตร A B C และ D อยู่ที่ 6.54 8.45 8.98 6.81 กรัม ตามลำดับ ในระยะเวลา 10 นาที ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแผ่นเจลอยู่ที่ 8.43 10.58 10.92 9.45 กรัม ตามลำดับ ในระยะเวลา 20 นาที ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแผ่นเจลอยู่ที่ 9.59 11.38 12.10 10.97 กรัม ตามลำดับ ในระยะเวลา 30 นาที ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแผ่นเจลอยู่ที่ 10.13 11.89 12.71 11.35 กรัม ตามลำดับ ดังภาพที่ 2(ก) เมื่อคำนวนการดูดซึมน้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในระยะเวลา 10 นาที สูตร A B C และ D อยู่ที่ 1.88 2.13 2.01 2.64 กรัม ตามลำดับ ในระยะเวลา 20 นาที ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำอยู่ที่ 3.05 2.93 2.99 3.98 กรัม ตามลำดับ ในระยะเวลา 30 นาที ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำอยู่ที่ 3.59 3.43 3.51 4.54 กรัม ตามลำดับ ดังภาพที่ 2(ข) พบว่า สูตร D เป็นสูตรที่สามารถดูดซึมน้ำมากที่สุด



(ก) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแผ่นเจล (สูตร A – D) (ข) ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของแผ่นเจล (สูตร A – D)

ภาพที่ 2 (ก) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแผ่นเจล และ (ข) ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของแผ่นเจล

5. การประเมินความคงสภาพแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก

จากการประเมินความคงสภาพของของแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า แผ่นเจลที่อุณหภูมิ 4 °C และแผ่นเจลที่อุณหภูมิห้อง 30 °C ลักษณะแผ่นเจล สี และกลิ่นไม่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความคงสภาพแผ่นเจล และแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกระยะเวลา 3 เดือน

ลักษณะแผ่นเจล		การประเมินความคงสภาพ									
		อุณหภูมิ 4 °C					อุณหภูมิห้อง 30 °C				
		การเซ็ตตัว	สัมผัส	สี	กลิ่น	ความยืดหยุ่น	การเซ็ตตัว	สัมผัส	สี	กลิ่น	ความยืดหยุ่น
ก่อนการทดลอง	สูตร A	/	/	x	x	/	/	/	x	x	/
	สูตร B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	สูตร C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	สูตร D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
หลังการทดลอง 3 เดือน	สูตร A	/	/	x	x	/	/	/	x	x	/
	สูตร B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	สูตร C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	สูตร D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

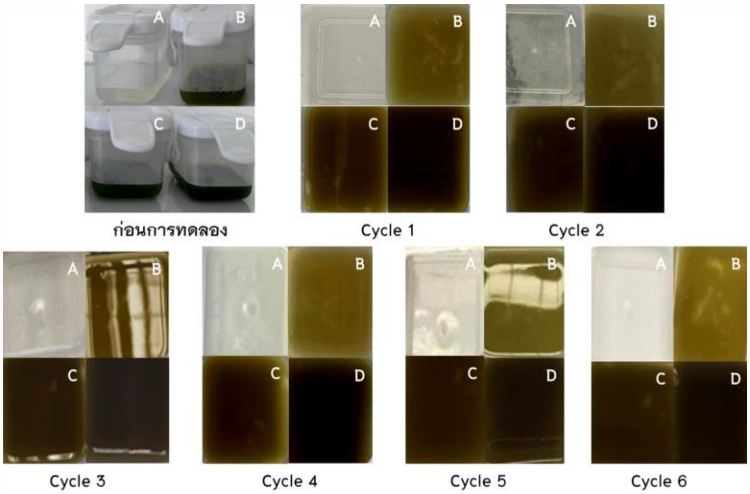
หมายเหตุ การเซ็ตตัว / หมายถึง แผ่นเจลเซ็ตตัว x หมายถึง แผ่นเจลละลาย
สัมผัส / หมายถึง นุ่ม x หมายถึง แผ่นเจลแห้งแข็ง สี / หมายถึง มีสี x หมายถึง ไม่มีสี
กลิ่น / หมายถึง มีกลิ่น x หมายถึง ไม่มีกลิ่น ความยืดหยุ่น / หมายถึง มีความยืดหยุ่น
x หมายถึง ไม่มีความยืดหยุ่น

จากการประเมินความคงสภาพของของแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก ด้วยการนำแผ่นเจลทั้ง 4 สูตร ใส่ในภาชนะปิด มาประเมินในสภาวะเร่ง 6 Cycles พบว่า น้ำหนักของแผ่นเจลมีการลดลงในแต่ละ Cycle แต่สีและกลิ่น ไม่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 3

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความคงสภาพของแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกในสภาวะเร่ง

ความคงสภาพ	น้ำหนัก (g)				สูตร A		สูตร B		สูตร C		สูตร D	
	n 1	n 2	n 3	n 4	สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	สี	กลิ่น
ก่อนการทดลอง	36.00	36.00	36.00	36.00	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 1	35.06	34.69	34.87	35.19	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 2	35.05	34.65	34.83	35.13	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 3	34.96	34.56	34.73	34.99	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 4	34.92	34.48	34.64	34.89	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 5	34.80	34.29	34.44	34.69	x	x	/	/	/	/	/	/
Cycle 6	34.79	34.28	34.43	34.65	x	x	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ สี / หมายถึง มีสี x หมายถึง ไม่มีสี กลิ่น / หมายถึง มีกลิ่น x หมายถึง ไม่มีกลิ่น



ภาพที่ 3 การประเมินความคงสภาพของแผ่นเจลและแผ่นเจลหญ้าแพรกในสภาวะเร่ง

อภิปรายผล

ต้นหญ้าแพรก มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียและยุโรป เจริญเติบโตได้ดีในภูมิภาคที่มีอากาศร้อนและอากาศอบอุ่น โดยจัดเป็นพรรณไม้จำพวกหญ้า ต้นมีขนาดเล็ก มีอายุได้หลายปี ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขาปกคลุมดิน เจริญเติบโตแบบแผ่ราบไปตามพื้นดินหรือเลื้อยปกคลุมดินไปได้ยาวประมาณ 1 เมตร ใบหญ้าแพรก ใบจะออกเป็นกระจุกตามข้อของลำต้น โดยจะออกตรงข้ามกันลักษณะของใบเป็นรูปเส้นยาวหรือรูปใบหอกเรียว ปลายใบแหลมยาว โคนใบมีขนสั้นๆ สีขาว

ก่อนถึงส่วนที่หุ้มรอบข้อ ดอกหญ้าแพรก ออกดอกเป็นช่อกระจุก ในช่อหนึ่งจะมีดอกย่อยอยู่ประมาณ 3-6 ช่อย่อย ก้านช่อดอกร่วมยาวได้ประมาณ 1.50-5.00 เซนติเมตร ช่อดอกย่อยมีลักษณะเป็นเส้นสีเขียวเทาถึงสีม่วง ผลหญ้าแพรก เมื่อดอกร่วงจะติดผล ผลหรือเมล็ดจะมีขนาดเล็กมาก ยาวได้ประมาณ 11.50 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นรูปไข่ สีน้ำตาลไปจนสีแดง (กาญจนา, 2563) ดังนั้นหญ้าแพรกที่เก็บในอำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์เหมือนที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้สารสหญ้าแพรกช่วยให้เลือดจากบาดแผลของหนูทดลองหยุดไหลได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุม (Hugar & Ramesh, 2014)

จากผลการวิจัย พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกโดยการหมักด้วยเอทานอล พบสารแทนนินและสารอัลคาลอยด์ ซึ่งสารแทนนิน เป็นสารพฤษเคมีที่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางถึงคุณสมบัติในการยับยังเชื่อแบคทีเรีย เมื่อนำสารสกัดมาผสมกับแผ่นเจลจึงอาจจะทำให้แผ่นเจลมีความคงสภาพและไม่มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพที่คงตัวของแผ่นเจล (Amarowicz, 2007; Scalbert, 1991; Suganya, Kavitha, & Santhini, 2022) นอกจากนี้การใช้การสกัดแบบการหมักผงสมุนไพรในตัวทำละลายเอทานอล ทำให้เอทานอนทรกซึมเข้าไปละลายสารสำคัญในผงสมุนไพรออกมา โดยใช้ระยะเวลาในการหมักหรือแช่ประมาณ 2–4 วัน หรือตามกำหนดในเภสัชตำรับ หรือจนกระทั่งสารสำคัญที่ต้องการออกมาหมด เหมาะกับสารสำคัญที่ไวต่อความร้อน แม้ว่าจะมีข้อเสีย คือ ต้องกวนบ่อย ใช้ตัวทำละลายมาก และมีค่าใช้จ่ายสูง (วิภาวรรณ, บุษบา และวันเช็ง, 2562) จากรายงานวิจัยก่อนหน้า พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกที่สกัดด้วยเอทานอล มีแทนนิน ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ โพลีฟีนอล ไตรเทอร์พีนอยด์ เทอร์พีนอยด์ อัลคาลอยด์ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไกลโคไซด์ แต่ไม่พบโฟลบาแทนนิน (Balasundari & Boominathan, 2018) ส่วนสารสกัดหญ้าแพรกโดยการต้มด้วยน้ำ ไม่พบสารแทนนินและอัลคาลอยด์ เนื่องจากการสกัดด้วยการต้มใช้ระยะเวลาในการสกัดสั้นเมื่อเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า (Dande & Khan, 2012) อาจทำให้สาระสำคัญในหญ้าแพรกออกไม่หมดจึงทำให้ไม่พบสารแทนนิน และสารอัลคาลอยด์ในสารสกัดหญ้าแพรกโดยใช้วิธีการต้มในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งการสกัดครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการสกัดประมาณ 30 นาที ซึ่งจะใช้เวลาที่สั้นกว่างานวิจัยก่อนหน้า นอกจากนี้การสกัดด้วยการต้มยังมีข้อจำกัด เพราะความร้อนอาจทำลายสารที่เราสนใจในสารสกัดจากสมุนไพร และสารสำคัญไม่สามารถเก็บไว้นานเนื่องจากจะเกิดการเน่าเสีย (วิชิต และธัญญา, 2563) แม้ว่ารายงานการวิจัยก่อนหน้า พบว่า สารสกัดหญ้าแพรกที่สกัดด้วยน้ำโดยการต้มนาน 12 ชั่วโมง มีแทนนิน ฟีนอล อัลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ ฟลาโวนอยด์ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกรดอะมิโน (Dande & Khan, 2012)

จากผลการวิจัย พบว่า สูตร A ซึ่งมีส่วนประกอบจาก Gelatin 5% w/w และ CMC 2% w/w เป็นสูตรที่ดีที่สุด สามารถเติมสารสกัดหญ้าแพรกสูงถึง 30% w/w ในสูตร D ซึ่งทำให้

ปริมาณน้ำในตำรับแผ่นเจล สูตร D ลดลง เจลจึงมีลักษณะหนืดขึ้น และส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นเจล เจลาติน (Gelatin) เป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติชนิดหนึ่งสามารถละลายน้ำได้ มักถูกนำมาประยุกต์ใช้ทางเภสัชกรรมและทางการแพทย์ เนื่องจากมีสมบัติ เช่น ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพนอกจากนี้เจลาตินสามารถปรับเปลี่ยนประจุได้ง่ายเนื่องจากจุด Isoelectric ช่วยให้สามารถเปลี่ยนจากค่าลบเป็นประจุบวกในสภาพแวดล้อมเหมาะสม คุณสมบัตินี้ของเจลาตินถูกใช้เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการสร้างแนวคิดใหม่ๆ ในการส่งมอบยาและชีวการแพทย์อื่นๆ เจลาตินเป็นหนึ่งในพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความสามารถในการควบคุมการปล่อยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Munmaya, 2016) CMC เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสในรูปอีเทอร์และจัดเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ประเภทพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic) ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดที่ช่วยยึดเกาะและคงสภาพ จึงมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย (กฤษณา, 2547; สุนทร, 2555) ดังนั้นตำรับแผ่นเจลที่พัฒนาจาก Gelatin CMC และสารสกัดหญ้าแพรกที่มีสัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้ได้แผ่นเจลที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี

จากผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ พบว่า สูตร D สามารถดูดซึมน้ำเฉลี่ยสูงถึง 4.54 กรัม เนื่องจากสูตร D เป็นสูตรที่มีส่วนประกอบของน้ำน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ จึงทำให้เจลาตินสามารถดูดซึมน้ำและพองตัวเพิ่มได้ดี เจลาตินเป็นไฮโดรเจลชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic polymers) ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบโครงร่างตาข่าย (Crosslinked structure) เมื่อนำไฮโดรเจลไปแช่น้ำ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำโมเลกุลน้ำเข้าสู่ไฮโดรเจล ไฮโดรเจลจึงพองตัวและยืดหยุ่นขึ้น แต่ไม่ละลายน้ำ การดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลในสารละลายเป็นคุณสมบัติเด่นอย่างหนึ่ง ทำให้สามารถนำไฮโดรเจลไปประยุกต์ใช้ในทางด้านการแพทย์ เพื่อใช้เป็นเจลสมานบาดแผล รักษาความชุ่มชื่นของแผลโดยไม่เกิดการหมักหมม ช่วยในการดูดซับส่วนของเลือดและน้ำหนองที่เกิดจากแผลด้วย (อัชมาน ฮาซัน และสุรเดช, 2564) อย่างไรก็ตามควรศึกษาเพิ่มเติมหรืออ้างอิงในเรื่องของฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ปริมาณสารสำคัญของหญ้าแพรก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ เพื่อพัฒนาตำรับต่อไป

ผลการประเมินความคงสภาพของแผ่นเจลและแผ่นเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า แผ่นเจลมีความคงสภาพ และผลการประเมินความคงสภาพในสภาวะเร่ง แผ่นเจลมีความคงสภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งเภสัชภัณฑ์ที่มีความคงสภาพทางกายภาพต้องเป็นสูตรตำรับที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง ความกร่อน และขนาดอนุภาค เป็นต้น ในตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา หากเภสัชภัณฑ์เกิดความไม่คงสภาพทางกายภาพขึ้นจะส่งผลต่อความสม่ำเสมอของตัวยาสำคัญ อัตราการปลดปล่อยตัวยาสำคัญและความสวยงามของเภสัชภัณฑ์ (Punam et al., 2014) อย่างไรก็ตาม

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความยืดหยุ่นของฟิล์ม การไหล และความหนืด รวมทั้งประสิทธิภาพในด้านการดูดซึมเลือด ความระคายเคือง และประสิทธิผลของแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรกเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดจากหญ้าแพรกสามารถเตรียมได้โดยนำหญ้าแพรกมาสกัดด้วยการหมักโดยเอทานอล เป็นเวลา 7 วัน ได้สารสกัดที่มีสีเขียวเข้ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะ โดยสารสกัด พบว่ามีสารแทนนินและสารอัลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบ เมื่อนำมาประเมินความคงสภาพของสารสกัดหญ้าแพรกในสภาวะเร่ง 6 Cycles พบว่า สีและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ปริมาตรของสารสกัดหญ้าแพรก มีการลดลงในแต่ละ Cycle เมื่อนำมาพัฒนาตำรับแผ่นเจล พบว่า สูตร D ซึ่งประกอบด้วย สารสกัดหญ้าแพรก เจลาติน คาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส และน้ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 5 : 2 : 63 เป็นสูตรที่ดีที่สุด โดยสามารถใส่สารสกัดหญ้าแพรกสูงถึง 30% w/w เมื่อนำแผ่นเจลทั้ง 4 สูตร มาทดสอบการดูดซึมน้ำ พบว่า แผ่นเจลสูตร D เป็นสูตรที่สามารถดูดซึมน้ำมากที่สุด โดยสามารถดูดซึมน้ำเฉลี่ย 4.54 กรัมในระยะเวลา 30 นาที และเมื่อนำแผ่นเจล ทั้ง 4 สูตร มาทดสอบความคงสภาพของแผ่นเจลในระยะเวลา 3 เดือน และในสภาวะเร่ง พบว่าแผ่นเจลที่อุณหภูมิ 4 °C ในระยะเวลา 3 เดือน มีความคงสภาพ และแผ่นเจลที่สภาวะเร่งมีความคงสภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นเจลห้ามเลือดและผ่านการทดสอบทางคลินิกที่สามารถนำไปวางขายได้ในท้องตลาดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัยและอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการต่างๆ และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กชกร ทองมาก, ธาราวัตน์ จันทร์พัฒน์, รติมาจันแดง, วิทวัส หมาดอี, และกุสุมาลย์ น้อยผา. (2564). การศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มพิกัดเกสรทั้งห้า. **วารสารหมอยาไทยวิจัย, 7**(2), 61-74.

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. (2547). **เซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน.** สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2565. จาก http://www.material.chula.ac.th/RADIO47/September/radio9-4.htm.

กัมปนาท หวลบุตตา. (2560). **พอลิเมอร์ที่ใช้ทางเภสัชกรรม (Pharmaceutical polymers).** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะเภสัชศาสตร์.

กาญจนา จันทร์สิงห์. (2563). **หญ้าแพรก.** สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2565. จาก https://arit.kpru.ac.th/.

ขวัญฤทัย กิ่วไธสง. (2560). **การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลา** (รายงานของวิชาสหกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม, คณะวิทยาศาสตร์, ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร.

ชัพวิชญ์ ศิลารักษ์, พีรวิชญ์ พลอยนาพล, และสุรศักดิ์ พูลสวัสดิ์. (2561). **การศึกษาอาการปวดอย่างรุนแรงจากการใช้ Combat application tourniquet ในนักศึกษาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์** (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี). มหาวิทยาลัยมหิดล, คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี.

ณพัฐอร บัวฉุน. (2562). สารพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสลัดน้ำพืชสดและพืชแห้ง. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 14**(1), 144-154.

ทัณฑิกา แก้วสูงเนิน, ฉัตรชนก นุกูลกิจ, เพ็ญศิริ จันทร์แอ, ภานิชา พงศ์นราทร, นฤวัตร ภักดี, พิเชษฐ เวชวิฐาน, ศรัณย์ ฉวีรักษ์, อนรรฆอร จิตต์เจริญธรรม, ปภาวินี ผะแดนนอก, และฉัตรลดา หงษ์วิลัย. (2021). การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านในจังหวัดสกลนคร. **วารสารหมอยาไทยวิจัย, 7**(1), 15-28.

ธนาภา เลิศชยันตี, สุธาสินี ทัพพสารพงศ์, และณัฐวดีกันพิพิธ. (2563).คุณสมบัติและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของไฮโดรเจลที่ผสมเซริซินจากรังไหมพันธ์ J108. **วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 20**(3), 123.

ยัฟตีมา มะรือสะ, รัยญาณร์ อุษมาน, ยมล พิทักษ์ภาวศุทธิ, และสุกาญจนา กำลังมาก. (2565). **การพัฒนาตำรับแผ่นเจลห้ามเลือดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าแพรก.** ใน การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 13 (น. A370-A378). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

วศิน วาสิกะสิน. (2018). สายรัดห้ามเลือดในสนามรบ. **Royal Thai Army Medical Journal, 71**(3), 203-206.

วิชิต นริศรา, และธัญญา ทะพิงค์แก. (2563). **พัฒนาวิถีสมุนไพรของกลุ่มชาติพันธุ์เพื่อยกระดับชุมชนอย่างยั่งยืน** (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. (2542). **หนังสือพจนานุกรมสมุนไพรไทย.** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.

วิภาวรรณ นีละพงษ์, บุษบา ผลโยธิน, และวันเซ็ง สิทธิกิจโยธิน. (2561) การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรไทย: การสกัดด้วยไอน้ำและการสกัดด้วยตัวทำละลาย. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 28**(4), 901-91.

ศิวาพัชญ์ จิรโชติเกศกุล, และญษมณ ละทัยนิล. (2019). **การพัฒนาตำรับเจลทาผิวจากสารสกัดว่านหางจระเข้.** ใน การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5 (น. 197-202). ราชบุรี: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี.

สุนทร ตรีนันทวัน. (2555). **ฟิล์มเคลือบผิวผลไม้จากเยื่อฟางข้าว CMC.** สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2565. จาก http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/18-2011-08-09-06-29-06/372-2012-07-09-02-32-5.

สุพนิต จึงแย้มปิ่น. (2560). **การพัฒนาเจลาตินผสมเชลแลคสำหรับใช้เป็นแผ่นแปะยากรดกาลิคผ่านผิวหนัง.** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์.

สุมิตรา พงษ์ศิริ. **บาดแผลและการหายของบาดแผล**. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2565. จาก http://web1.dent.cmu.ac.th/mis/dis/UserFiles/File/.

อัชมาน อาแด, ฮาซัน ดอปอ, และสุรเดช มัจฉาเวช. (2564). **การเตรียมแผ่นไฮโดรเจลเย็นเคลือบยางพาราสำหรับลดไข้** (รายงานวิจัย). ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

Al-Snafi, A.E. (2016). Chemical constituents and pharmacological effects of *Cynodon dactyl*on-A review. **IOSR Journal of Pharmacy, 6**(7), 17-31.

Amarowicz, R. (2007). Tannins: the new natural antioxidants?. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **109**(6), 549-551.

Balasundari, T., & Boominathan, M. (2018). Screening of bioactive compounds by GC-MS, antimicrobial activity and in silico studies in *Cynodon dactylon* L. Pers leaves. **World Journal of Science and Research, 3**(1), 07-15.

Boochangkool, N. (2017). Advanced wound dressing. **TMJ, 17**(3), 402-407.

Dande, P.A.Y.A.L., & Khan, A.N.I.S. (2012). Evaluation of wound healing potential of *Cynodon dactylon.* **Asian J Pharm Clin Res, 5**(3), 161-164.

Hugar, L., & Ramesh, H. (2014). Evaluation of haemostatic effect of *Cynodon dactylon* pers in albino rats. **Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences, 3**(11), 2711-2714.

Leartchayantee, T., Thapphasaraphong, S., & Kanpipith, N. (2020). Properties and antioxidant activities of hydrogel containing sericin from j108 cultivar. **KKU Research Journal (Graduate Studies), 20**(3), 123-136.

Munmaya, M. (2016). **Handbook of Encapsulation and Controlled Release,** Taylor & Francis Group, 588.

Pipatvilikul, R., & Kanlerd, A. (2022). Trauma-induced coagulopathy **Journal of the Association of General Surgeons of Thailand under the Royal of Patronage of HM the King, 7**(1). 1-20.

Punam, T., Shubhangi, W., Rahul, S., Sargar, A., Bhujbal, A., & Shinde, A. (**2014**). Stability study of dosage form: aninovative step. **World J Pharm Pharm Sci, 3**(2), 1031-50.

Rakwathin, J. (1997). **Approach for light stability testing of drugs**. Bangkok: Niyomvittaya.

Satapathy, S., Singh, V.K., Sagiri, S.S., Agarwal, T., Banerjee, I., Bhattacharya, M.K., Kumar N., & Pal, K. (2015). Development and characterization of gelatin-based hydrogels, emulsion hydrogels, and bigels: A comparative study. **Journal of Applied Polymer Science**, **132**(8), 1-12.

Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistr**y, **30**(12), 3875-3883.

Suganya, K., Kavitha, D., & Santhini, E. (2022). Development and characterization of gelatin-based herbal hydrogels for managing infected wounds. Indian **Journal of Fibre & Textile Research, 47**(2), 59-69.

World Health Organization (WHO). (2018). **Global status report on road safety.** Accessed 2 October 2022. From https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277370/WHO-NMH-NVI-18.20-eng.pdf?ua=1.

Yoo, H.J., & Kim, H.D. (2008). Synthesis and properties of waterborne polyurethane hydrogels for wound healing dressings. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 85**(2), 326-333.