

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาและประเมินแผ่นไฮโดรเจลสำหรับตำรับยาประสะผิวภายนอก

รัชฎาพร พิสัยพันธุ์^{1*} และ พิชชานันท์ เจริญทองอินทร์¹

¹ คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

*ผู้นิพนธ์ที่ให้การติดต่อ E-mail: ratchadaporn.p@ubru.ac.th

Received date: March 22, 2024; Revised date: December 10, 2024; Accepted date: December 10, 2024

บทคัดย่อ

คัมภีร์ตักศิลา กล่าวถึงโรคที่มีอาการไข้ ตัวร้อน มีผื่นที่ผิวหนัง และตำรับยารักษาอาการไข้ โดยตำรับที่น่าสนใจซึ่งมีวัตถุดิบที่หาได้ง่ายคือตำรับยาประสะผิวภายนอก ประกอบไปด้วย ใบย่านาง ใบมะขาม และเถาว์ลยเปรียง โดยการสกัดด้วยน้ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแผ่นแปะไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่าสูตรที่มี glycerin เป็น plasticizer ร้อยละ 10 และมีสารสกัดเมือกจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 มีคุณสมบัติทางกายภาพในด้านสี พื้นผิว ความเหนียวละเอียด และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี คุณสมบัติทางเคมีแสดงค่า pH เป็นกลางและมีอัตราการบวมตัวสูงสุดเหมาะสมในการพัฒนาเป็นแผ่นแปะไฮโดรเจลลดไข้ที่มีสารสกัดจากสมุนไพรตำรับยาประสะผิวภายนอกอาจพัฒนาไปเป็นแผ่นลดอุณหภูมิเฉพาะที่ อย่างไรก็ตามควรศึกษาสารองค์ประกอบและฤทธิ์ชีวภาพที่เกี่ยวข้อง รวมถึงความคงตัวของผลิตภัณฑ์เพื่อต่อยอดในการทดลองทางคลินิกต่อไป

คำสำคัญ: การพัฒนาแผ่นแปะ, ไฮโดรเจล, ตำรับยาประสะผิวภายนอก

Development and evaluation of hydrogels patch for Prasa Pew Pai Nok formulation

Ratchadaphorn Pisaipan^{1*} and Pitchanan Thiantongin¹

¹ Faculty of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ubon Ratchathani Rajabhat University

*Corresponding Author E-mail: ratchadaporn.p@ubru.ac.th

Abstract

Taxila scripture described diseases that presented with fever, rash and the recipe for treating fever. An interesting recipe that has made from the accessible ingredients which is a recipe for Prasa Pew Pai Nok consisting of *Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels., *Tamarindus indica* L., and *Derris scandens* (Roxb.) Benth aqueous extract. The objective of this research is to develop and study the physical and chemical properties of hydrogel patches. It was found that the formula containing 10% glycerin as a plasticizer and 0.5% mucus extract from basil seeds had good physical properties. In addition, it had a neutral pH and had the highest swelling rate. Therefore, it was suitable to develop hydrogel patch to reduce fever. This formula composed 7.5%(w/w) herbal extracts. However, the bioactive composition of the substances as well as the stability of the product should be further studied in further clinical trials.

Keywords: Development of the patch, hydrogel, External medicine recipe

บทนำ

ตำรับยาประสะผิวภายนอกถูกพบในคัมภีร์ตักศิลา เป็นคัมภีร์แพทย์ซึ่งกล่าวถึงโรคและวิธีการรักษากลุ่มอาการไข้ที่มีตุ่มผื่นร่วมด้วยเป็นส่วนใหญ่⁽¹⁾ ตำรับยาในคัมภีร์มักมีฤทธิ์เย็นเป็นหลัก โดยขั้นตอนการรักษาจะใช้ยากระทุ้งพิษไข้เป็นอันดับแรก เพื่อให้พิษไข้ที่อยู่ภายในแสดงอาการออกมาทางผิวหนัง จากนั้นจึงจ่ายยาประสะผิวภายนอกตำรับนี้ เพื่อรักษาพิษไข้ที่แสดงออกมาทางผิวหนังร่วมกับลดความร้อนที่ผิวหนัง มีส่วนประกอบในตำรับ คือ ใบย่านาง *Tiliacora triandra* (Colebr.), ใบมะขาม *Tamarindus indica* L., และเถาว์วัลย์เปรียง *Derris scandens* (Roxb.) Benth โดยวิธีบริหารยาแบบดั้งเดิมเป็นลักษณะการพ่นเป็นละอองจากปาก สมุนไพรในตำรับส่วนใหญ่ช่วยลดไข้ได้ โดยใบย่านางมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ ลดไข้ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรีย⁽²⁾ ใบมะขามมีรสเปรี้ยว ขับเหงื่อ ช่วยให้ผิวหนังสะอาด มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa*⁽³⁾ และเถาว์วัลย์เปรียงมักใช้ในสูตรยาอบสมุนไพร เพื่อรักษาอาการปวดเมื่อย พบฤทธิ์ต้านอักเสบ และลดปวด^(4,5) ทั้งนี้การใช้ยายังคงมีความเสี่ยงในการติดเชื้อซ้ำที่ผิวหนังจากกรรมวิธีการบริหารยาแบบดั้งเดิม

รูปแบบผลิตภัณฑ์ใช้ภายนอกที่สะดวก เหมาะสมกับวิธีการลดอุณหภูมิกาย และกำลังเป็นที่นิยม คือ แผ่นแปะ (transdermal patch) ซึ่งไม่เพียงสามารถอุ้มน้ำได้นานเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย แต่ยังสามารถบรรจุสารสำคัญเพื่อปลดปล่อยตัวยาเข้าสู่ชั้นใต้ผิวหนัง⁽⁶⁾ โดยรูปแบบของแผ่นแปะที่ง่ายที่สุดคือ ตัวยาบรรจุในสารกักเก็บ (drug in reservoir) ซึ่งตัวยาจะกระจายตัวอยู่ในส่วนของชั้นสารยึดติด (adhesive polymer) เป็นส่วนที่ทำให้แผ่นแปะยึดติดกับผิวหนัง นอกจากนี้ยังเป็นตัวควบคุมการปลดปล่อยยาออกจากแผ่นแปะ ไฮโดรเจล (hydrogel) ตัวอย่างโพลิเมอร์ทั้งที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) และ polyvinyl alcohol (PVA) ส่วนโพลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น chitosan, alginate, collagen, gelatin และ hyaluronic acid เป็นต้น ซึ่งสามารถกักเก็บน้ำเข้าไปอยู่ในโครงสร้างได้ดีจากการเชื่อมมอนอเมอร์เป็นร่างแห^(7,8) เมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims) เป็นพืชที่พบทั่วไปในประเทศไทย มีสารเมือก (mucilage) ลักษณะเป็นเมือกที่สามารถพองตัวในน้ำได้ถึง 45 เท่า แพทย์แผนไทยนิยมใช้เป็นยาระบาย เมล็ดแมงลักจัดอยู่ในโพลิเมอร์ประเภทเดียวกับยางไม้หรือกาว (gum)⁽⁹⁾ มีคุณสมบัติในการเพิ่มความชื้นหนืด ทำให้เกิดอิมัลชันและมีความคงตัวที่ดี ทั้งนี้มีรายงานการพัฒนาสูตรตำรับแผ่นไฮโดรเจลจากสารเมือกแมงลักซึ่งมีโครงสร้างเป็น heteropolysaccharide เป็นโพลิเมอร์ร่วม (copolymer) กับ polyvinyl alcohol (PVA) ที่เป็นโพลิเมอร์หลัก โดยใช้ glycerin เป็น plasticizer และใช้ boric acid หรือ glutaraldehyde ทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมขวาง (cross-link agent) เพื่อให้เกิดโครงสร้างไฮโดรเจล⁽¹⁰⁾ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติของแผ่นไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของเมล็ดแมงลักในการเตรียมเป็นแผ่นแปะบรรจุสารสกัดสำหรับตำรับยาประสะผิวภายนอก

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของเมล็ดแมงลักเพื่อบรรจุสารสกัดสำหรับตำรับยาประสะผิวภายนอก

ระเบียบวิธีศึกษา

มีขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมและการสกัดสมุนไพรตำรับยาประสะผิวภายนอก

1.1) ใบย่านางสด และใบมะขามสด ชนิดละ 2000 กรัม ล้างทำความสะอาด ปั่นด้วยเครื่องบดอาหาร (sharp รุ่น EMC-15 1200 W.) ผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:2 กรัม/มิลลิลิตร และกรองด้วยกระดาษ whatman

No.1 เอาน้ำคั้น ส่วนผงแห้งจากเถาของเถาวัลย์เปรียง ปริมาณ 2000 กรัม สกัดด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:2 กรัม/มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง sonicate อุณหภูมิ 40 °C นาน 30 นาที กรองด้วยกระดาษ whatman No.1 นำแต่ละชนิดไประเหยแห้งด้วยเครื่อง freeze dryer เก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อเตรียมทดสอบต่อไป

1.2) สกัดเมือกแมงลักเพื่อเป็นสารก่อเจล ดัดแปลงจากวิธีของ Patel และคณะ⁽¹¹⁾ และ Verma และคณะ⁽¹²⁾ โดยนำเมล็ด 300 กรัม ล้างและแช่น้ำกลั่น อัตราส่วน 1:20 กรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องให้พองตัวเต็มที่ กรองเอาเมล็ดที่พองตัวไปบีบแยกเก็บส่วนเมือกโดยผ้าขาวบาง ตักตะกอน mucin ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วนเมือกแมงลักต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:2 กรัม/มิลลิลิตร กรองเอาตะกอน อบที่อุณหภูมิ 50 °C เก็บในภาชนะปิดสนิท

2. วิธีเตรียมแผ่นไฮโดรเจลจากเมือกแมงลัก เพื่อเป็นแผ่นไฮโดรเจลเบสสำหรับบรรจุสารสกัดหยาบ

เตรียมแผ่นไฮโดรเจล ดัดแปลงวิธีจาก Abraham⁽¹³⁾ โดยเปรียบเทียบปริมาณ plasticizer ของตำรับ คือ glycerin และเปรียบเทียบสัดส่วนของ polymer 2 ชนิดคือ polyvinyl alcohol (PVA) ต่อเมือกแมงลัก เตรียมโดยละลาย polymer แต่ละชนิดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อัตราส่วน polymer ต่อน้ำเท่ากับ 1:5 กรัม/กรัม คนด้วย magnetic stirrer (300 rpm) 30 นาที จากนั้นผสม polymer ทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน คนตามวิธีเดิม 30 นาทีจนเข้ากันดี แล้วเติมสารละลาย boric acid 0.8 โมลาร์ และ glycerin คนให้เข้ากันตามวิธีเดิม เติลงพิมพ์แล้วอบแห้งอุณหภูมิ 50 °C นาน 24 ชั่วโมง เก็บที่โถดูดความชื้นเพื่อรอการทดสอบต่อไป

3. การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแผ่นไฮโดรเจล

3.1) ลักษณะทางกายภาพ (sensory evaluation) ประเมินสี ความสม่ำเสมอของเนื้อไฮโดรเจล และการแตกหัก บันทึกรูปภาพด้วยการลงคะแนนโดยผู้ช่วยวิจัยจำนวน 6 คน⁽¹⁴⁾

3.2) ประเมินคุณสมบัติความเป็นกรด-ด่าง (pH)⁽¹⁵⁾ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

3.3) ศึกษาความสม่ำเสมอของความหนา (thickness uniformity) โดยเครื่อง digital micrometer (vernier caliper; Shinwa)⁽¹⁶⁾ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

3.4) ศึกษาความสม่ำเสมอของน้ำหนัก (weight uniformity)⁽¹⁷⁾ โดยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง; TSCALE ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

3.5) ศึกษาคุณสมบัติการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจล (Swelling ratio: %SR) โดยชั่งน้ำหนักในสภาวะแห้ง (W_d) จากนั้นนำแผ่นไฮโดรเจลแช่น้ำปราศจากไอออน แล้วชั่งน้ำหนักตามช่วงเวลาต่างๆ (ระบุเป็น W_s) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ คำนวณร้อยละอัตราการบวมตัว (Swelling ratio: %SR) ของแผ่นไฮโดรเจล จากสมการดังนี้⁽¹⁸⁾

$$\%SR = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100\%$$

W_d คือ น้ำหนักของแผ่นไฮโดรเจลในสภาวะแห้ง

W_s คือ น้ำหนักของแผ่นไฮโดรเจลในสภาวะบวมตัวที่เวลาต่าง ๆ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) นำมาแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบอัตราการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจลเพื่อคัดเลือกตำรับที่เหมาะสม ใช้สถิติ one-way ANOVA โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ และใช้โปรแกรม SPSS software version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการศึกษา

1. การเตรียมและการสกัดสมุนไพรตำรับยาประสะผิวภายนอก

จากผลการสกัดสมุนไพร พบ %yield ของสารสกัดเอทิลอะซิเตตเปรียง เท่ากับร้อยละ 5 ต่อน้ำหนักผงแห้ง สารสกัดใบย่านาง เท่ากับร้อยละ 6 ต่อน้ำหนักสด สารสกัดใบมะขาม เท่ากับร้อยละ 4.5 ต่อน้ำหนักสด ส่วนสารสกัดเมือกแมงลัก เท่ากับร้อยละ 11 ต่อน้ำหนักเมล็ดแห้ง

2. การพัฒนาแผ่นไฮโดรเจลจากเมือกแมงลัก

จากการพัฒนาสูตรตำรับแผ่นไฮโดรเจลที่ปราศจากสารสกัดแมงลักสูตร 1-3 (blank1-3) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ plasticizer ในตำรับ และสูตรที่มีสารสกัดเมือกแมงลักตำรับที่ 1-3 (formula1-3) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสัดส่วนของ polymer หลัก (PVA) กับสารสกัดเมือกแมงลัก (mucin extract) และใช้ boric acid เป็นสารเชื่อมขวาง ผลการวิจัยแสดงลักษณะภายนอกของแผ่นไฮโดรเจล พบว่า แผ่นไฮโดรเจลที่ไม่มีสารสกัดแมงลักสูตร 1-3 (blank1-3) มีสีใส ผิวเรียบมันวาว เป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อสัมผัสกระด้าง มีกลิ่นคล้ายกวาด โดยที่สูตร blank3 ซึ่งมี glycerin ร้อยละ 15 มีเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่นกว่าสูตร blank 1-2 ที่มีปริมาณ glycerin ต่ำกว่า ส่วนสูตรที่ผสมสารสกัดเมือกแมงลักสูตร 1-3 (formula 1-3) มีสีเหลือง-น้ำตาลใส ผิวไม่เรียบ เกิดฟอง เนื้อสัมผัสกระด้าง และมีกลิ่นคล้ายกวาด แสดงดังภาพที่ 1

3. ความสม่ำเสมอของความหนาและน้ำหนัก (thickness and weight uniformity) และความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลของการทดสอบความสม่ำเสมอและค่าความเป็นกรด - ด่าง ของแผ่นไฮโดรเจลแต่ละสูตร แสดงดังตารางที่ 2

4. คุณสมบัติการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจล (Swelling ratio: %SR)

จากการทดสอบการพองตัวของแผ่นไฮโดรเจล พบว่า แผ่นไฮโดรเจลสูตรที่ไม่มีสารสกัดแมงลัก (blank 1-3) มีการบวมตัวเพิ่มขึ้นอย่างมากจนถึงนาที่ที่ 2 โดยเริ่มมีน้ำหนักลดลงหลังจากแช่น้ำตั้งแต่นาทีที่ 3 เป็นต้นไป และละลายหมดในนาที่ที่ 5 (สูตร blank 3 ซึ่งมีปริมาณ glycerin ร้อยละ 15) และนาที่ที่ 6 (สูตร blank 1-2 ซึ่งมีปริมาณ glycerin ร้อยละ 5 และ 10 ตามลำดับ) ขณะที่แผ่นไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมือกแมงลักสูตร formula 1-3 ยังคงมีการบวมตัวเพิ่มขึ้นไปจนถึงนาที่ที่ 7 แล้วเริ่มมีน้ำหนักคงที่ ดังแสดงใน ภาพที่ 2

ผลการทดสอบการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจล พบว่า สูตรที่ไม่มีสารสกัดแมงลัก (blank1-3) มีอัตราการบวมตัวสูงสุดในนาที่ที่ 2 และน้ำหนักของแผ่นไฮโดรเจลหลังแช่น้ำเริ่มลดลงโดยเฉพาะสูตรที่มีปริมาณ glycerin สูงสุด (15 %) ได้แก่สูตร blank3 จะลดลงเร็วกว่าสูตรอื่นและแผ่นไฮโดรเจลละลายหมดในนาที่ที่ 5 ซึ่งอัตราการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจลสูตรที่ไม่มีสารสกัดเมือกแมงลักทุกสูตร (blank1-3) ไม่แตกต่างกันตั้งแต่นาทีที่ 1-4 และเริ่มแตกต่างกันในนาที่ที่ 5 ($p < 0.05$) ผู้วิจัยจึงเลือกปริมาณ glycerin ร้อยละ 10 จากสูตร blank 2 เป็นตัวแปรควบคุมสำหรับสูตร formula 1-3 ส่วนสูตรที่มีสารสกัดแมงลัก (formula1-3) มีอัตราการบวมตัวไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับภายในกลุ่ม แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของสูตรที่ไม่มีสารสกัดแมงลัก (blank1-3) กับสูตรที่มีสารสกัดแมงลัก (formula1-3) ตามจุดเวลา พบว่า เริ่มแตกต่างกันในนาที่ที่ 5 ($p < 0.05$)

จากผลการทดสอบ ผู้วิจัยเลือกตำรับแผ่นไฮโดรเจลผสมเมือกแมงลักสูตร formula 1 ที่มีสารสกัดจากเมือกแมงลัก 0.5% (w/w) และมี glycerin 10% (w/w) เป็น plasticizer ของสูตรตำรับ เนื่องจากสามารถบรรจุสารสกัดจากเมือกแมงลักได้สูงสุด มีคุณสมบัติทั่วไปที่ดี และอัตราการบวมตัวสูงสุด เป็น 2 เท่า (%SR = 224.68 ± 21.67) ของน้ำหนักเดิมในนาที่ที่ 7 เมื่อเทียบกับสูตรผสมเมือกแมงลักอื่น ๆ ทั้งนี้ การประเมินลักษณะทางกายภาพพบว่า ผิวแผ่นไฮโดรเจลสูตร formula 1 เริ่มละลายในนาที่ที่ 8 (%SR = 219.11 ± 14.95) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับนาที่ที่ 7

อภิปรายผล

ในการพัฒนาตำรับแผ่นแปะไฮโดรเจล พบว่า ปริมาณ plasticizer (glycerin) มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของแผ่นแปะไฮโดรเจลโดยเฉพาะลักษณะเนื้อสัมผัส ยังมีปริมาณ glycerin ในสูตรมากยิ่งขึ้นทำให้ผิวสัมผัสของแผ่นไฮโดรเจลนุ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Qingyun และคณะ⁽¹⁸⁾ ได้ศึกษาแผ่นไฮโดรเจลที่พัฒนาจากสารเมือกของขนุนซึ่งสนับสนุนว่า glycerin ทำหน้าที่เป็น plasticizer ในตำรับได้ดีที่สุด นอกจากนั้น Gupta และคณะ⁽¹⁹⁾ พบว่าปริมาณกลีเซอรินที่เพิ่มขึ้นในสูตรตำรับ จะไปลดคุณสมบัติด้านความทนต่อแรงดึงสูงสุด (tensile strength) ความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ (young modulus) และเพิ่มระยะยืดเมื่อขาด (elongation at break) ซึ่งเหล่านี้แสดงถึงความนุ่มและความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นของแผ่นไฮโดรเจลจากอิทธิพลของ glycerin แต่ทั้งนี้ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณ glycerin จะแปรผกผันกับความสามารถในการบวมตัวของแผ่นแปะไฮโดรเจลสูตรที่ไม่มีสารสกัดเมือกแมงลัก ซึ่งมีความสำคัญในขั้นตอนการเตรียมบรรจุสารสกัดตำรับยาประสะผิวภายนอกในแผ่นไฮโดรเจล สอดคล้องกับข้อสนับสนุนของ พิษขานา โองจงเพียร และคณะ⁽²⁰⁾ ที่พัฒนามาส์กได้ตาซึ่งใช้ glycerin เป็น plasticizer พบว่าการลดปริมาณพอลิเมอร์และเพิ่มปริมาณ glycerin ที่มากเกินไป มีผลทำให้แผ่นไฮโดรเจลขึ้นรูปได้ยากและมีคุณสมบัติเชิงกลที่ไม่แข็งแรง ผู้วิจัยจึงเลือกปริมาณของ glycerin ที่ความเข้มข้น 10% w/w ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่แผ่นไฮโดรเจลสูตรที่ไม่มีสารสกัดเมือกแมงลักที่ยังคงไม่ละลายเมื่อแช่น้ำเป็นเวลา 5 นาที มาพัฒนาเป็นสูตรที่ผสมกับสารสกัดจากเมือกแมงลัก ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดเมือกแมงลัก พบว่ามีผลต่อคุณภาพของแผ่นแปะเช่นกัน โดยยิ่งปริมาณมาก จะมีผลให้สีของแผ่นไฮโดรเจลเหลืองเข้มขึ้น และเกิดฟองง่ายมากขึ้น แต่การเพิ่มปริมาณสารสกัดเมือกแมงลักกลับเป็นผลดีต่อความสามารถในการบวมตัวของแผ่นแปะ⁽²¹⁾ รวมถึงทุกสูตรตำรับยังคงมีค่า pH อยู่ในช่วงความเป็นกลาง ลดผลข้างเคียงด้านการระคายเคืองจากการแปะทิ้งไว้นานๆ⁽²²⁾ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรตำรับที่มีปริมาณสารสกัดจากเมือกแมงลักสูงสุด (0.5%w/w) และปริมาณ glycerin ความเข้มข้น 10% w/w มาพัฒนาเป็นแผ่นแปะไฮโดรเจลลดอุณหภูมิกาย (cool patch) จากตำรับยาประสะผิวภายนอก

การบรรจุสารสกัดจากตำรับยาประสะผิวภายนอก ลงในแผ่นไฮโดรเจล ได้ดัดแปลงวิธีบรรจุสารสำคัญในแผ่นไฮโดรเจล จากงานวิจัยของ Hosseini และ Nabid⁽¹⁰⁾ ซึ่งทำการพัฒนาฟิล์มไฮโดรเจลจากเมือกแมงลักเพื่อใช้ในการนำส่งยาทางผิวหนัง โดยเตรียมแผ่นไฮโดรเจลน้ำหนัก 10 กรัม เพื่อแช่แผ่นในสารสกัดตำรับยาประสะผิวภายนอก ความเข้มข้น 150 mg/mL (เตรียมสารสกัดเถาวัลย์เปรียง ใบย่านาง และใบมะขาม ชนิดละ 5 g ละลายรวมกันด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 100 mL) แช่แผ่นไฮโดรเจลเป็นเวลา 7 นาที ซึ่งเป็นช่วงที่แผ่นไฮโดรเจลมีอัตราการบวมตัวสูงสุดเป็น 2 เท่าของน้ำหนักเดิม โดยไม่เกิดการละลาย เป็นผลจากการทดสอบอัตราการบวมตัวในงานวิจัยนี้ (%SR) สอดคล้องกับการศึกษาของขวัญสุดา และอโนทัย⁽²³⁾ ที่ได้พัฒนาแผ่นแปะแผลในปากจากสารสกัดใบบัวบก โดยกำหนดค่ามาตรฐานจากการทดสอบอัตราการบวมตัวของแผ่นแปะที่ดีควรมีค่า 200 – 300 % จึงจะสามารถดูดซับและปลดปล่อยสารสำคัญได้ดี แต่หากมีอัตราการบวมตัวสูงเกินไป สารสำคัญจะถูกปลดปล่อยออกมารวดเร็วและหมดฤทธิ์เร็วได้ ดังนั้นในแผ่นแปะไฮโดรเจลลดอุณหภูมิกายจึงดูดซับสารสกัดจากตำรับยาประสะผิวภายนอก ปริมาตร 10 mL คิดเป็นสารสกัดปริมาณ 1.5 g และเมื่อคำนวณหาร้อยละโดยมวลของสารสกัดต่อน้ำหนักแผ่นไฮโดรเจล คิดเป็นร้อยละ 7.5 (w/w) วิธีดังกล่าวจึงเป็นการพัฒนาแผ่นแปะลดอุณหภูมิผิวจากตำรับยาประสะผิวภายนอกที่สามารถบรรจุสารสกัดได้ในปริมาณมากกว่าวิธีดั้งเดิม ซึ่งต้องผสมสารสกัดในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นไฮโดรเจล และหากเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดมากเกินไปอาจมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแผ่นไฮโดรเจลได้ ทั้งนี้ วิธีการบรรจุสารสกัดด้วยการแช่ ยังคงมีข้อจำกัดในการกักเก็บความชื้นของตัวทำละลายในสารสกัดหยาบที่บรรจุในแผ่นไฮโดรเจลซึ่งมีผลกับความคงตัวของผลิตภัณฑ์ จึงเหมาะกับการเตรียมเพื่อใช้งานทันที และงานวิจัยนี้ได้ขอสนับสนุนการวิจัยเบื้องต้นกับหน่วยงานภายใน ซึ่งอาจยังเป็นข้อจำกัดในการศึกษาด้วยเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือสารเคมีที่เกี่ยวข้อง เช่น การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี การปลดปล่อยยาและการซึมผ่าน ตรวจสอบหาสารพิษทุกชนิด รวมถึงฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุน

ข้อมูลการทดสอบทางคลินิกทั้งในด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัย ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาคุณสมบัติดังกล่าวเพิ่มเติมในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่มอบทุนสนับสนุนนักวิจัยรุ่นใหม่ และให้ข้อเสนอแนะตลอดจนงานวิจัยเสร็จสิ้น

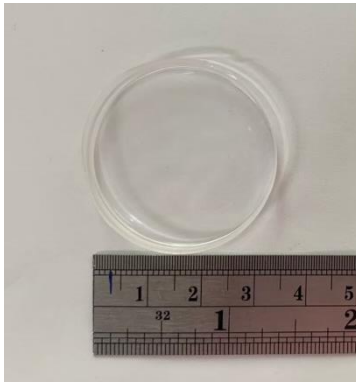
ตาราง ภาพ และแผนภาพ

ตารางที่ 1 การพัฒนาสูตรตำรับแผ่นไฮโดรเจลเบส

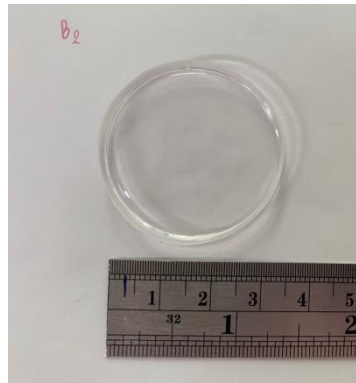
Ingredient	blank	blank	blank	formula	formula	formula
	1	2	3	1	2	3
PVA (%w/w)	10	10	10	9.5	9.75	9.875
mucin extract (%w/w)	-	-	-	0.5	0.25	0.125
glycerin (%w/w)	5	10	15	10	10	10
boric acid	0.8 M	0.8 M	0.8 M	0.8 M	0.8 M	0.8 M
distilled water	100	100	100	100	100	100
qs to (g)						

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี ของแผ่นไฮโดรเจลสูตรที่ไม่มีสารสกัดแมงลัก (blank 1-3) และที่มีสารสกัดแมงลัก (formula 1-3)

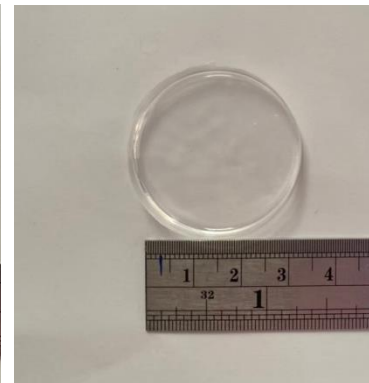
สูตรตำรับ	ลักษณะทางกายภาพ				ลักษณะทางเคมี	
	น้ำหนัก (กรัม)		ความหนา (มิลลิเมตร)		ค่าความเป็นกรด (pH)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
blank 1	0.658	0.010	0.675	0.106	7.487	0.074
blank 2	0.845	0.020	0.643	0.025	7.215	0.007
blank 3	0.934	0.035	0.540	0.042	7.180	0.082
formula 1	0.564	0.030	0.567	0.032	7.667	0.081
formula 2	0.573	0.013	0.383	0.045	7.577	0.012
formula 3	0.565	0.042	0.555	0.049	7.710	0.053



blank 1



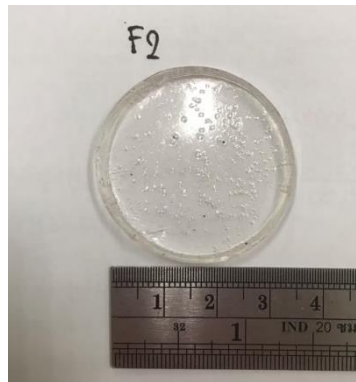
blank 2



blank 3



formula 1

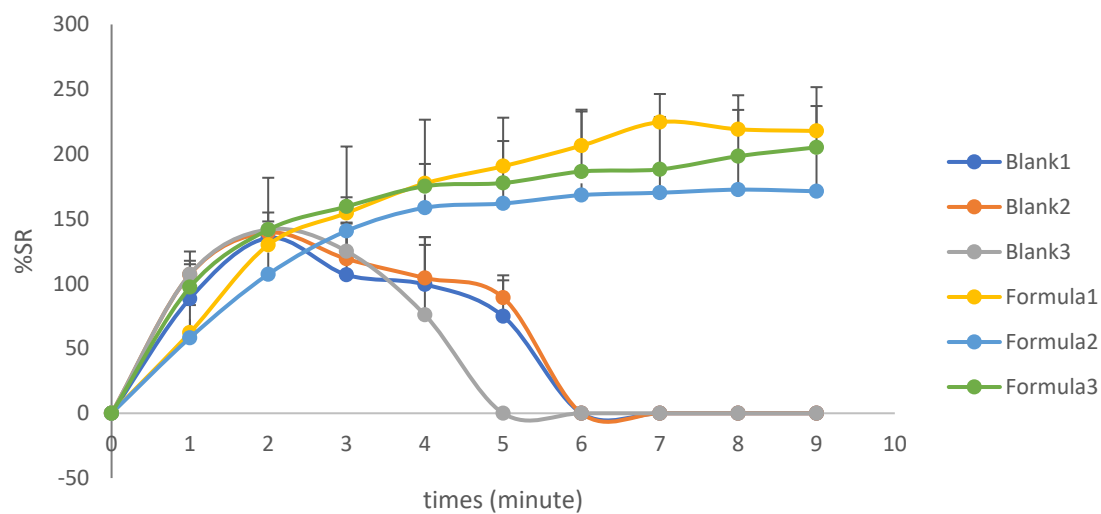


formula 2



formula 3

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของแผ่นไฮโดรเจลสูตรตำรับที่ไม่มีสารสกัดแมงลัก (blank 1 – blank 3) และตำรับที่มีสารสกัดแมงลัก (formula 1 – formula 3)



ภาพที่ 2 กราฟอัตราการบวมตัวของแผ่นไฮโดรเจลสูตร blank1 – blank3 และแผ่นแปะไฮโดรเจลที่มีสารสกัดเมือกแมงลักสูตร formula1 – formula3 ใช้สถิติ one-way ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแต่ละจุดเวลา ($p < 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

1. กองการประกอบโรคศิลปะ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (มปป). **ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรมไทย เล่ม 2**. นนทบุรี.
2. Nutmakul T (2021). Phytochemical and pharmacological activity of *Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, 43(5), 1264–74.
3. Lima, Z.M., et al. (2017). Effect of *Tamarindus indica* L. and *Manihot esculenta* extracts on antibiotic-resistant bacteria. **Pharmacognosy Research**, 9(2),195-199.
4. Puttarak, P., et al. (2016). Efficacy and safety of *Derris scandens* (Roxb.) Benth. for musculoskeletal pain treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Ethnopharmacology**, 194, 316–323.
5. Sukhonthasilakun, S., et al. (2023). Anti-inflammatory effects of *Derris scandens* extract on narrowband-ultraviolet B exposed HaCaT human keratinocytes. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, 14(2), 1-10.
6. ปราณีต โอปนยะโสภิต. (บรรณาธิการ). (2557). **ระบบนำส่งยา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
7. Chippada, U. (2010). **Non-intrusive characterization of properties of hydrogels**. [Dissertation of Doctor of Philosophy Graduate Program in Mechanical and Aerospace Engineering]. Graduate School-New Brunswick. The State University of New Jersey.
8. Ahmed, E.M. (2015) Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**, 6(2), 105-121.
9. Khampeng, S., et al. (2012) Extraction and properties of *Ocimum canum* seed mucilage. **The Agricultural Science Journal**, 43(3), 372-375.
10. Hosseini, M.S. and Nabid, M.R. (2020). Synthesis of chemically cross-linked hydrogel films based on basil seed (*Ocimum basilicum* L.) mucilage for wound dressing drug delivery applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, 163(15), 336–347.
11. Patel, D.M., et al. (2007). Seed mucilage from *Ocimum americanum* linn. as disintegrant in tablets: Separation and evaluation. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 69(3), 431-435.
12. Verma, S., et al. (2014). Extraction, characterization and evaluation of film forming capacity of natural polymer. **Drug Delivery Letters**, 4, 244-253.
13. Abraham, A. A. S., et al. (2015). Formulation and evaluation of hydrogel transdermal patch of a selected NSAID. **International Journal Medical and Exercise Science**, 01, 39-52.
14. Suryani, Musnina., et al. (2019). Formulation and physical characterization of curcumin nanoparticle transdermal patch. **International Journal of Applied Pharmaceutics**, 11(6), 217–21.

15. Prajapati, S., et al. (2011). Formulation and evaluation of trans-dermal patch of repaglinide. **ISRN pharmaceuticals**, 651909.
16. Srivastava, P., et al. (2010). Design and evaluation of pectin-based matrix for transdermal patches of meloxicam. **Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care**, 2(3), 244-247.
17. Bhoyar, V. (2015). Fabrication and invitro characterization of transdermal patch using jackfruit mucilage as natural. **Pharmacophore**, 6(6),267-280.
18. Lv, Qingyun., et al. (2019). Enhanced swelling ratio and water retention capacity for novel super-absorbent hydrogel. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, 583, 123972.
19. Gupta, B., et al. (2014). Preparation and characterization of in-situ cross linked pectin–gelatin hydrogels. **Carbohydrate Polymers**. 106, 312-318.
20. พิชชาภา โอจงเพียร และคณะ. (2017). การพัฒนามาสกี้ได้ตาที่มีสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร. **วารสารเกษตร**, 33(3), 415-425.
21. ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และ เนตรนภา วิเลปะนะ. (2007). การใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 3(1), 22–9.
22. Kanto. H., et al. (2013). Optimal patch application time in the evaluation of skin irritation. **The Journal of Dermatology**, 40(5), 363–9.
23. ขวัญสุตา นามจันทิ และอโณทัย วิริยะกาญจนา. (2557). การพัฒนาแผ่นแปะแผลในปากจากสารสกัดบัวบก. [สารนิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต]. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.