

การพัฒนาและการศึกษาสมบัติบางประการของตำรับอิมัลเจลที่มีสารสกัดปิตตะผลเป็นส่วนประกอบ

Development and Partial Characterization of Emulgel Formulation Containing Pit-ta-phon Extract

สุภัทสร วันสุทะ กัญญารัตน์ แก้วสุวรรณ ธีรภัทร กันหา ปริญญา แดงนา และ อรณิชา ครองยุดิ*

Supasson Wansuta Kanyarat Kaewsuwan Thiraphat Kunha Parinya Daengna and Ornnicha Krongyut*

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อุดรธานี 41000 ประเทศไทย

Department of Traditional Thai Medicine, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University,

Udon Thani 41000, Thailand

*E-mail: Ornnicha.k@udru.ac.th

Received: Jan 19, 2026

Revised: Mar 09, 2026

Accepted: Mar 16, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับอิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ปริมาณสารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และประเมินลักษณะทางกายภาพ ความคงตัวของของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากการศึกษาพบว่าตำรับอิมัลเจลที่เหมาะสมที่สุด คือ อิมัลเจลตำรับที่ 3 (T3) ซึ่งมีสารสกัดปิตตะผล (ที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ในอัตราส่วน 0.50% โดยพิจารณาจากค่าความเป็นกรด-ด่าง การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื้ออิมัลชัน หรือการแยกชั้น ความรู้สึกหรือการสัมผัส และความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ จากการศึกษสมบัติบางประการของอิมัลเจลตำรับที่ 3 พบว่า มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (มีค่าร้อยละการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ เท่ากับ 72.14 ± 0.67 %) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (มีค่า IC_{50} โดยวิธี DPPH assay และ ABTS assay เท่ากับ 55.18 ± 2.23 และ 87.26 ± 0.33 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) มีปริมาณฟีนอลิกรวม เท่ากับ 0.043 ± 0.002 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 0.079 ± 0.002 มิลลิกรัมสมมูลของเคอควิตินต่อกรัมสารสกัด มีลักษณะทางกายภาพที่ดีและมีความคงตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังไม่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังเป็นเพียงการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ และเป็นการศึกษาวิจัยเบื้องต้น จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาในเชิงลึกต่อไป เพื่อให้ได้ข้อมูลในการพิจารณาพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ใช้เป็นทางเลือกในการป้องกันและรักษาโรคปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังได้ในอนาคต

คำสำคัญ: อิมัลเจล สารสกัดปิตตะผล ฤทธิ์ต้านอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This study aimed to develop an emulgel formulation from Pit-ta-phon extract, to study its antioxidant activity, anti-inflammatory activity, phenolic content, flavonoid content, antimicrobial activity and to evaluate the physical characteristics and stability of the emulgel product. The study found that the most suitable emulgel formulation was the emulgel formulation 3 (T3), which contained Pit-ta-phon extract (at a concentration of 10 mg/mL) at a ratio of 0.50%. This suitability was determined based on pH, product dispersion, product odor, emulsion texture or separation, sensation, and expert satisfaction. The partial characterization of the emulgel formulation 3 revealed that it had anti-inflammatory activity (with the % inhibition of nitric oxide production of 72.14 ± 0.67 %), and antioxidant activity (with the IC_{50} values from DPPH assay and ABTS assay of 55.18 ± 2.23 and 87.26 ± 0.33 μ g/mL, respectively). Its total phenolic content was 0.043 ± 0.002 mg gallic acid equivalent/g extract and total flavonoid content was 0.079 ± 0.002 mg quercetin equivalent/g extract, respectively. It also exhibited favorable

physical characteristics and stability within standard criteria, with no microbial contamination detected. However, this study is only a preliminary *in vitro* study. Therefore, further in-depth studies are needed to obtain information for consideration in developing it into a medicine or herbal product that can be used as an alternative for the prevention and treatment of chronic muscle pain in the future.

Keywords: Emulgel, Pit-ta-phon extract, Anti-inflammatory activity, Antioxidant activity

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้ชีวิตในการทำงานเปลี่ยนแปลงไป เช่น การทำงานที่ต้องนั่งนานหรือยืนนาน การออกกำลังกายมากเกินไป เป็นการใช้กล้ามเนื้อมากเกินไปนอกจากนี้ภาวะวิตกกังวลหรือ ความรู้สึกเครียดก็ส่งผลให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อได้เช่นกัน ทำให้มีอาการผิดปกติในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบย่อยอาหารและการดูดซึม ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบฮอร์โมน นัยน์ตาและมองเห็น เป็นต้น โดยส่วนใหญ่อยู่วัยระยะ หรือส่วนของร่างกายที่เจ็บปวดบ่อย ได้แก่ หลัง ส่วนบน ไหล่ คอ บ่า ดังนั้นจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับสมดุลคนทำงานในปัจจุบันเพื่อบรรเทาความปวดเมื่อยของร่างกาย [1] ซึ่งอาการปวดกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและอาการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังเป็นปัญหาที่พบได้ในกลุ่มคนในวัยทำงานเนื่องจากลักษณะงานที่มี อิริยาบถท่าทางซ้ำ ๆ หรือทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ จนอาจส่งผลให้เกิดอาการปวด กล้ามเนื้อหลังส่วนบนเกิดได้จากหลายสาเหตุ มีรายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผู้ประกอบอาชีพร้อยละ 50.5 มีอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกจากการทำงาน ผู้หญิงมีอาการปวด กล้ามเนื้อเกิดจากการทำงานติดต่อกันในอิริยาบถเดิมซ้ำ ๆ กันมากที่สุด ร้อยละ 78.1 รองลงมาคืออิริยาบถที่ไม่ เหมาะสมร้อยละ 50.3 มีรายงานว่า ผู้ป่วยที่มาใช้บริการจากสถานพยาบาลในสังกัดกรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข ส่วนใหญ่มักจะหันไปพึ่งยาที่ทำให้บรรเทาอาการปวด เช่น ยาแก้ปวด ยาเสตียรอยด์ ยาชุด หรือยาลูกกลอนเพื่อช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ การบวมและอักเสบของกล้ามเนื้อ ได้รวดเร็ว ซึ่งเป็นความเชื่อและความเคยชินของประชาชนเองที่รับประทานแล้วพอทุเลา หรือหายปวดชั่วคราว แต่ยาชนิดนี้มีความรุนแรงและอาจส่งผลกระทบต่อร่างกายตามมาในภายหลัง ตำรับยาสมุนไพรใช้ภายนอกลดอาการปวด ถือได้ว่าได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบันมีการผลิตออกมาจำหน่ายในหลากหลายรูปแบบ เช่น ยาหม่องสมุนไพร น้ำมันสมุนไพร ยาครีมสมุนไพรแก้ปวด เจลแก้ปวดสมุนไพร และแผ่นแปะแก้ปวดจากสมุนไพร เป็นต้น

อิมัลเจล (Emulgel) เป็นรูปแบบยาที่แข็งแรงสำหรับใช้เฉพาะที่ผิวหนัง ประกอบด้วยครีมหรืออิมัลชันกระจายตัวอยู่ในเจลชนิดขบน้ำ มีลักษณะกึ่งแข็ง โปร่งแสง และโปร่งใสทั้งนี้ความโปร่งใสหรือความทึบแสงของอิมัลเจลขึ้นกับสัดส่วนของครีมและเจลที่ผสมกัน โดยที่ความโปร่งใสจะแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนของเจล หากมีปริมาณเจลในตำรับมาก อิมัลเจลที่ได้จะมีความโปร่งใสมาก อิมัลเจลมีความคงตัวดีกว่ายาครีม เพราะมีเจลเป็นส่วนผสมช่วยเพิ่มความคงตัว และช่วยให้ตัวยาสำคัญที่ไม่ชอบน้ำสามารถผสมกับตำรับที่มีเจลเป็นส่วนประกอบได้ง่ายขึ้นกว่าการผสมด้วยสำคัญที่ไม่ละลายน้ำในเนื้อเจลอย่างเดียว นิยมใช้ในทางเครื่องสำอาง และกลุ่มผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ภายนอก ข้อดีของอิมัลเจล คือ เมื่อทาลงบนผิวหนัง น้ำในตำรับจะระเหยออกไปเหลือแผ่นฟิล์มบาง ๆ คลุมผิวหนังไว้ ทำให้ตัวยาสำคัญสัมผัสผิวหนังได้ดี และนานขึ้นสามารถควบคุมการปลดปล่อยตัวยาสำคัญออกจากยาพื้นได้ดีขึ้น บรรจัตัวยาสำคัญได้มากขึ้น ไม่มัน ทาผิวหนังแผ่กระจายได้ง่าย ล้างน้ำออกง่าย ตัวอย่างที่พบในท้องตลาด เช่น Diclofenac emulgel และ Piroxicam emulgel เป็นต้น [2]-[4]

ตำรับพิกัดพิตตะผลเป็นพิกัดยาตามคัมภีร์แพทย์แผนไทยที่ประกอบด้วยสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ รากเจตมูลเพลิงแดง รากกะเพราแดง และรากผักแพวแดง มีสรรพคุณในการแก้จุดกาลเดโช บำรุงธาตุ แก้อลม แก้อาการเสียดและการ และบรรเทาอาการปวดเมื่อยตามข้อ [5] จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่าตำรับดังกล่าวมีสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิก (Phenolics) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และแทนนิน (Tannins) ซึ่งแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (Xanthine oxidase) และฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ [6] อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาเน้นการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดในระดับหลอดทดลองเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเป็นตำรับทางเภสัชกรรมสำหรับการใช้เฉพาะที่ยังมีจำกัด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มุ่งบรรเทาอาการปวดและการอักเสบของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการพัฒนาตำรับในรูปแบบอิมัลเจล ซึ่ง

เป็นระบบกึ่งแข็งที่ผสมผสานข้อดีของอิมัลชันและเจล อาจช่วยเพิ่มการกระจายตัวและการดูดซึมของสารสำคัญผ่านผิวหนังได้ การศึกษานี้จึงมุ่งพัฒนาตำรับอิมัลเจลจากสารสกัดพิกัดปิดตะผล พร้อมประเมินฤทธิ์ด้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์รวม รวมถึงลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของตำรับ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในอนาคต

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การเก็บตัวอย่างสมุนไพร

การเก็บตัวอย่างและคัดเลือกสมุนไพรในพิกัดปิดตะผล (Pit-ta-phon) ได้แก่ รากเจตมูลเพลิงแดง รากผักแพวแดง และรากกระเพราแดง ได้จากร้านขายสมุนไพรคลังจวันโฮสด อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เก็บในช่วงเดือนตุลาคม 2567 หลังจากการเก็บตัวอย่างสมุนไพรในตำรับพิกัดปิดตะผล ผู้วิจัยจะนำสมุนไพรมาอบในตู้อบเป็นเวลา 1 วัน ก่อนนำมาทำการศึกษาต่อไป

2.2. การเตรียมสารสกัด

นำสมุนไพรในพิกัดปิดตะผล ได้แก่ รากเจตมูลเพลิงแดง รากกระเพราแดง และรากผักแพวแดง อัตราส่วน 1:1:1 ทำการสกัดด้วยวิธี maceration โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมารองด้วยผ้าขาวบางหรือผ้ากรองที่สะอาด และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนที่กรองแล้วมาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) เพื่อระเหยแห้งตัวทำละลาย คำนวณหาร้อยละผลผลิตของสารสกัด (% Yield) แล้วเก็บสารสกัดที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และนำไปทำการศึกษาฤทธิ์ต่อไป

2.3. การเตรียมสารสกัดปิดตะผลในผลิตภัณฑ์อิมัลเจล

นำสารสกัดปิดตะผลที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรละลายในน้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) เตรียมสารละลายไว้ 20 มิลลิตร แล้วเก็บสารละลายสารสกัดพิกัดปิดตะผลที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และนำไปเติมลงในผลิตภัณฑ์ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

2.4. การพัฒนาสูตรอิมัลเจลจากสารสกัดปิดตะผล

การเตรียม Emulsion base โดยวิธี Beaker method (Conventional หรือ Hot method) [7] เป็นวิธีที่ง่าย และนิยมใช้กันมาก ให้ความมั่นใจว่าสามารถเตรียมเป็นครีมที่คงตัวได้ และในระดับอุตสาหกรรม นิยมใช้วิธีนี้ จะต้องคำนวณปริมาณสารในตำรับ โดยจะไม่มีมีการปรับปริมาณในขั้นตอนสุดท้ายเหมือนในตำรับยาน้ำใส มีขั้นตอนการเตรียม ดังนี้

1) แบ่งส่วนประกอบของตำรับออกเป็นวัฏภาคน้ำ วัฏภาคน้ำมันและตัวยาสำคัญ

2) ให้ความร้อนทั้งสองวัฏภาคบน Water bath เพื่อควบคุมไม่ให้อุณหภูมิของทั้งสองวัฏภาคสูงเกินไป โดยให้วัฏภาคน้ำมันมีอุณหภูมิประมาณ 72-75 องศาเซลเซียส และวัฏภาคน้ำมีอุณหภูมิประมาณ 75-78 องศาเซลเซียส ทั้งนี้จะต้องให้วัฏภาคน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าวัฏภาคน้ำมันเล็กน้อย เนื่องจากวัฏภาคน้ำคลายความร้อนได้เร็วกว่า เมื่อนำสองวัฏภาคมาผสมกัน จะได้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันมากที่สุด เนื้อเจลที่ได้ก็จะเนียน และคงตัวไม่แยกชั้น

3) นำตัวยาสำคัญตามสูตรตำรับค่อย ๆ ผสมในขณะที่อุณหภูมิของยาพื้นอิมัลชันอยู่ที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียส คนอย่างต่อเนื่องจนได้อิมัลเจลที่เนียนละเอียด

4) จากนั้นนำของผสมระหว่างตัวยาสำคัญกับยาพื้นอิมัลชันในข้อ (3) ไปกระจายตัวในยาพื้นเจลโดยใช้โกร่งและลูกโกร่งด้วยเทคนิค Geometric dilution จะได้ตำรับยาอิมัลชันเจลที่มีเนื้อเนียนละเอียดสีเหลืองส้มอ่อน

5) นำตำรับยาที่เตรียมได้ใส่ภาชนะบรรจุแก้วปากกว้าง เก็บในอุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ตีฉลากผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อย และนำไปทำการทดสอบต่อไป (Table 1)

โดยสูตรอิมัลเจลจากสารสกัดปิดตะผลที่ทำการพัฒนาขึ้น เพื่อดำเนินการศึกษาในการพัฒนาตำรับตลอดจนควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ [7]

2.5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ใช้ 2 วิธี คือ DPPH assay และ ABTS assay

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay [8] ใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมสารสกัดละลายในเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 500-2000

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากทำปฏิกิริยาแล้ว จึงนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำ ($n = 3$) คำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้สร้างกราฟความสัมพันธ์เส้นตรงคำนวณ และโดยรายงานผลเป็นค่า IC_{50} (Inhibition concentration 50%)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay [9] มีขั้นตอนดังนี้ การเตรียม stock ABTS $^{•+}$ โดยชั่ง ABTS 0.0768 กรัม และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.0132 กรัม

จากนั้นละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดสีชาเก็บในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำ stock ABTS $^{•+}$ มาเจือจาง เพื่อให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตรเท่ากับ 0.7 จากนั้นดูดสารละลาย ABTS $^{•+}$ ที่เจือจางแล้วมา 200 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้น 0.1-5.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หรือสารควบคุมและสารสกัดในปริมาตร อย่างละ 10 ไมโครลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้สักครู่ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำ ($n = 3$) แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระและสร้างกราฟมาตรฐาน Trolox และโดยรายงานผลเป็นค่า IC_{50}

Table 1 Compositions of Pit-ta-phon extract containing emulgel formulations

Ingredients in the formulation	T1	T2	T3	T4
(% w/w)	(% w/w)	(% w/w)	(% w/w)	(% w/w)
Pit-ta-phon extract (Concentration 10 mg/mL)	0.00	0.25	0.50	1.00
Emulsion base				
Oil phase				
- Cetyl alcohol	20.00	20.00	20.00	20.00
- Mineral oil	4.00	4.00	4.00	4.00
- Span®80	0.14	0.14	0.14	0.14
Water phase				
- Tween®80	6.86	6.86	6.86	6.86
- Paraben concentrate	0.50	0.50	0.50	0.50
- Polyglycol	1.00	1.00	1.00	1.00
- Purified water	11.50	11.50	11.50	11.50
Gel base				
- Carbomer 940	1.00	1.00	1.00	1.00
- Glycerin	5.00	5.00	5.00	5.00
- Triethanolamine	qs	qs	qs	qs
- Purified water	100.00	100.00	100.00	100.00

qs = quantity sufficient

2.6. การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบด้วยวิธียับยั้งการสร้าง Nitric oxide

การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบด้วยวิธี Griess [10] มีขั้นตอนดังนี้ นำสารสกัดความเข้มข้น 0.1-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ (Sodium nitroprusside) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ จากนั้นบ่มที่

อุณหภูมิห้องนาน 150 นาที แล้วเติม Griess reagent ที่ประกอบด้วย ซัลฟานิลาไมด์ (Sulfanilamide) ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ เอ็น-(1-แนฟทิล) เอทิลีนไดอะมีนไดไฮโดรคลอไรด์ (N-(1 -Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในอัตราส่วน 1:1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง

Microplate reader โดยใช้ควอร์เซติน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน (6.25-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ฤทธิ์ต้านการอักเสบถูกรายงานเป็นค่าร้อยละของการยับยั้งการสร้าง Nitric oxide (% Inhibition of NO production) ซึ่งหาได้จากสูตร $(AC-AS)/AC \times 100$ โดยที่ AC คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุมที่ไม่เติมสารมาตรฐานหรือสารสกัด และ AS คือ ค่าการดูดกลืนแสงของมาตรฐานหรือสารสกัด

2.7. การตรวจสอบพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากตำรายาพิภคิตตะผล

การหาปริมาณฟีนอลิกรวมทั้งหมด (Total phenolic content) ใช้วิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีของ Singleton and Rossi [11] และใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมสารสกัดที่ละลายด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้ความเข้มข้น 62.5-1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสม 50% ฟอลินรีเอเจนต์ (50% Folin reagent) ปริมาตร 25 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 20 % โซเดียมคาร์บอเนต (20% Sodium carbonate) ปริมาตร 125 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที จึงนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกับความเข้มข้น แล้วจึงหาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น และค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้น (R^2) เพื่อให้ได้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแทนค่าในสมการเส้นตรง และคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม โดยรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg gallic acid equivalent (GAE)/g extract)

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content) ใช้วิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีของ Chang et al. [12] และใช้ควอร์เซติน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมสารสกัดที่ละลายด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 62.5-1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ 5 % อะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminum chloride) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากทำปฏิกิริยาแล้ว นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 437 นาโนเมตร จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า

การดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกับความเข้มข้น แล้วจึงหาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น และค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้น (R^2) เพื่อให้ได้กราฟมาตรฐานของควอร์เซติน นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแทนค่าในสมการเส้นตรง และคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม โดยรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของควอร์เซตินต่อกรัมสารสกัด (mg quercetin equivalent (QE)/g extract)

2.8. การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ความคงตัว และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อิมัลเจิล

การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของอิมัลเจิล

1) วิธีทดสอบการสังเกต สังเกตโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส สังเกตด้วยตาเพื่อประเมินคุณสมบัติของอิมัลเจิล โดยการสังเกตได้จากลักษณะภายนอก รูป สี กลิ่น เนื้อสัมผัส การแยกชั้นความเป็นเนื้อเดียวกัน

2) การวัดความเป็นกรด-ด่าง นำอิมัลเจิล 1 กรัม ของแต่ละสูตรละลายในน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร การวัดความเป็นกรด-ด่างใช้เครื่องวัดค่า pH meter โดยทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง

3) ทดสอบการวัดการกระจายตัวของอิมัลเจิล โดยการกระจายตัวของอิมัลเจิล สังเกตการแพร่กระจายของสูตรอิมัลเจิลจากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางการแพร่กระจายครีม ทำการทดสอบโดยนำครีม 1 กรัม วางบนแผ่นระหว่างแผ่นกระจกสองแผ่น ขนาด 10 cm x 10 cm วางลูกตุ้มน้ำหนักบนแผ่นกระจกด้านบน คือ 50 กรัม และ 100 กรัม ใช้เวลา 1 นาที ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง

4) ประเมินความพึงพอใจ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรและเครื่องสำอาง จำนวน 3 คน โดยมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์อิมัลเจิล แบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อผลิตภัณฑ์

(2) ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อคุณสมบัติของการสัมผัสและความรู้สึกจากการใช้ผลิตภัณฑ์

(3) ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์

(4) ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจโดยรวม

การประเมินความคงตัวของอิมัลเจิล

การประเมินความคงตัวของอิมัลเจิล (Stability test) เป็นการทดสอบคุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์ให้คงคุณภาพ

ตลอดอายุการใช้งาน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี ขั้นตอนการทดสอบใช้วิธีการควบคุมสภาวะ 2 สภาวะ คือ 1) สภาวะเร่ง โดยนำอิมัลเจลเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้น 75%RH $\pm$ 5%RH เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้น 75%RH $\pm$ 5%RH เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ กำหนด 6 รอบ และ 2) สภาวะจริง โดยเก็บผลิตภัณฑ์ที่สภาวะจริงที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้น 75%RH $\pm$ 5%RH พิจารณาเกณฑ์การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้ออิมัลเจล สี กลิ่น การแยกชั้น การตกตะกอน ความติดผิว ความเหนียวเหนอะหนะความง่ายในการกระจายบนผิวเมื่อทา [13]

การประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอิมัลเจล

การประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอิมัลเจลเป็นการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิดในอิมัลเจล ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* และ *Clostridium perfringens* โดยใช้วิธี Streak plate technique ซึ่งทำได้โดยใช้ห่วงเชี่ยเชื้อ (Loop)แตะตัวอย่างหรือผลิตภัณฑ์ที่ตรวจแล้วลากหรือขีด (Streak) ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง (Agar plate) อยู่ ให้ได้แนวระนาบติดต่อกัน 4-5 เส้น หลังจากเสร็จในระนาบแรก ซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่หนาแน่นที่สุด ให้นำห่วงเชี่ยเชื้อมาเผาไฟให้ลวดเพื่อฆ่าเชื้อที่ติดให้หมด จากนั้นจึงขีดเชื้อจากส่วนของรอยลากในระนาบแรกออกมาเพียงหนึ่งครั้ง แล้วลากเป็นระนาบที่สอง 4-5 เส้นติดกันโดยรอยขีดของเชื้อจะไม่ทับกับระนาบแรก หลังจากนั้นก็ทำเช่นเดียวกันกับระนาบที่สอง จนครบทั่วทั้งจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นสังเกตว่าพบเชื้อขึ้นหรือไม่

2.9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การทดลองทำซ้ำในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำ ($n = 3$) แสดงผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) และเปรียบเทียบกับความแตกต่างของข้อมูลแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติ One-way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS โดยพิจารณานัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ $p\text{-value} < 0.05$

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1. ร้อยละผลผลิตของสารสกัดพิกัดปิดตะผล

จากการสกัดด้วยวิธีพิกัดปิดตะผลด้วยวิธีหมักแบบ Maceration โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีลักษณะเหนียวข้น สีม่วงแดงเข้ม กลิ่นฉุนเล็กน้อย ได้ผลผลิตร้อยละ 10.02 ซึ่งการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล เป็นการแยกสารโดยอาศัยหลักการละลายระหว่างตัวทำละลายกับสารสำคัญในสมุนไพร ทั้งนี้จะอาศัยหลักการของการละลายความมีขั้ว (Polarity) ของทั้งตัวทำละลายและสารสำคัญ โดยสารสำคัญจะสามารถละลายในตัวทำละลายได้ก็ต่อเมื่อความเป็นขั้วของสารสำคัญกับตัวทำละลายมีค่าใกล้เคียงกัน (Like dissolves like) ซึ่งเอทานอลเป็น All-purpose solvent สามารถละลายสารที่มีขั้วและกึ่งขั้ว เช่น สารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ อีกทั้งมีคุณสมบัติในการละลายได้ดีและไม่ทำให้สารสำคัญสลายตัว [13] ดังนั้นสารสกัดสมุนไพรที่มีคุณสมบัติที่ละลายในสารที่มีขั้วและกึ่งขั้วก็จะสกัดออกมาได้มาก จึงได้ร้อยละผลผลิต (% Yield) ออกมาได้ดี

3.2. การพัฒนาสูตรตำรับอิมัลเจลและการประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลเจล

ผลการพัฒนาสูตรตำรับอิมัลเจลจากสารสกัดปิดตะผล โดยการพัฒนาสูตรจำนวน 4 สูตรที่มีอัตราส่วนของสารสกัดปิดตะผลที่แตกต่างกัน ได้แก่ ตำรับที่ 1 ไม่เติมสารสกัด (T1) ตำรับที่ 2 มีสารสกัด 0.25% (T2) ตำรับที่ 3 มีสารสกัด 0.50% (T3) และตำรับที่ 4 มีสารสกัด 1% (T4) โดยพิจารณาสูตรตำรับที่เหมาะสมจาก ค่าความเป็นกรด-ด่าง การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื้ออิมัลชันหรือการแยกชั้น ความรู้สึกหรือการสัมผัส และความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากการศึกษาพบว่า ตำรับอิมัลเจลที่เหมาะสมที่สุด คือ ตำรับที่ 3 มีสารสกัด 0.50% (T3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ที่ 5.3 (ค่ากรด-ด่างของผิวหนัง อยู่ในช่วง 4.7-5.7) [14] เนื้ออิมัลเจลมีการกระจายตัวที่ดี เนื้อเนียน ละเอียด ไม่เกิดการแยกชั้น สัมผัสดี ไม่เหนียวเหนอะหนะ ซึมง่าย และจากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพร พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ตำรับอิมัลเจลจากสารสกัดปิดตะผล ตำรับที่ 3 (T3) คิดเป็นร้อยละ 86.66 อยู่ในระดับดีมาก (Table 2)

Table 2 Partial characteristics of Pit-ta-phon extract containing emulgel formulations

Formulation	Appearance	pH	Dispersion	Odor	Separation	Sensory	Satisfaction Assessment
T1		5.53 ± 0.06	10 cm	Odorless	Homogeneous	Non-greasy	66.66 %
T2		4.57 ± 0.05	9.5 cm	Slight herbal odor	Homogeneous	Non-greasy	60 %
T3		5.33 ± 0.15	10 cm	Distinctive aroma	Smooth texture and Homogeneous	Easily spreadable, non-greasy	86.66 %
T4		4.37 ± 0.12	9.5 cm	Distinctive aroma	Separated into layers	Sticky and unattractive color	80 %

ผลการศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tomudta and Tomudta [7] ซึ่งศึกษาวิจัยและพัฒนาตำรับอิมัลเจลจาก สารสกัดพริกและโพลีสูตรตำรับ โดยใช้เทคโนโลยีทาง เกสกรรม การปรับปริมาณสารก่ออิมัลชันผสม 2 ชนิด (Span®80 กับ Tween®80) ในตำรับอิมัลชันก่อนนำมาพัฒนา ต่อเป็นอิมัลเจล ทำการคัดเลือกตำรับที่มีคุณสมบัติทาง กายภาพและเคมีที่ดีที่สุด ลักษณะทางกายภาพของตำรับ ได้แก่ ความเข้ากันหรือการแยกชั้น ความหนืดและความเป็น กรด-ด่างของตำรับ และการทดสอบความคงตัว โดยใช้เทคนิค Freeze-thaw cycling จำนวน 6 วนรอบ

3.3.ฤทธิ์ด้านการอักเสบของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจาก สารสกัดปิตตะผล ตำรับที่ 3

การศึกษาฤทธิ์ด้านการอักเสบของผลิตภัณฑ์อิมัลเจล จากสารสกัดปิตตะผลใช้วิธีการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide) ซึ่งเป็นโมเลกุลสำคัญในร่างกายที่สามารถ เหนี่ยวนำให้เกิดการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีบทบาทที่สำคัญ

เช่น การขยายหลอดเลือด การส่งสัญญาณประสาท และการ ตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน [15] จากการศึกษาฤทธิ์ด้านการอักเสบ ของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล ตำรับที่ 3 ที่มี สารสกัดปิตตะผล 0.5 % พบว่า มีค่าร้อยละการยับยั้งการสร้าง ไนตริกออกไซด์ (% Inhibition of nitric oxide production) เท่ากับ 72.14 ± 0.67 % ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานเคอควิซิน (Quercetin) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 83.66 ± 0.29 ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร (Table 3) จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่ปรากฏ การรายงานการวิจัยถึงฤทธิ์ยับยั้งการสร้าง Nitric oxide ของ สารสกัดตำรับปิตตะผลและผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัด ปิตตะผล แต่มีการรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ด้านการอักเสบด้วยวิธี ยับยั้งการสร้าง Nitric oxide (NO) ของสมุนไพรอื่น เช่น เจตมูลเพลิงแดง [16], [17] และกระเพราแดง [18] ดังนั้นจะ เห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล ตำรับที่ 3 มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ สามารถลดอาการอักเสบของกล้ามเนื้อ และบรรเทาอาการปวดได้

Table 3 Active compound content, antioxidant activity, and anti-inflammatory activity of Pit-ta-phon extract containing emulgel formulation 3 (T3)

Sample	Phytochemical content		Antioxidant activity		Inhibition of nitric oxide production (%)
	TPC	TFC	DPPH	ABTS	
	(mg GAE/ g extract)	(mg QE/ g extract)	IC ₅₀ (µg/mL)	IC ₅₀ (µg/mL)	
Trolox	-	-	-	11.72 ± 0.20	-
Ascorbic acid	-	-	7.71 ± 0.01	-	-
Quercetin	-	-	-	-	83.66 ± 0.29
T3	0.043 ± 0.002	0.079 ± 0.002	$55.18 \pm 2.23^*$	$87.26 \pm 0.33^*$	$72.14 \pm 0.67^*$

Data are presented as mean $\pm$ standard deviation (n = 3).

Mean values followed by * within a column are significantly different from those of the standards (p < 0.05).

TPC = total phenolic content, TFC = total flavonoid content

3.4.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์อิมัลเจล จากสารสกัดปิตตะผล ตำรับที่ 3

อนุมูลอิสระหรือ Reactive oxygen species (ROS) เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการอักเสบและโรคเรื้อรังอื่น ๆ หาก ROS ในร่างกายเพิ่มขึ้นและสะสมมากขึ้นจะก่อให้เกิดการ อักเสบของเซลล์ โดยเซลล์ที่เกิดการอักเสบจะหลั่งสารไซโตไคน์ (Cytokines) ออกมา ส่งผลต่อเซลล์ไขมัน เช่น ปริมาณกรด ไขมัน กลูโคส และอินซูลินที่สูง ก่อให้เกิดภาวะ Metabolic

syndromes [19] จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ วิธีวิเคราะห์ DPPH assay และ ABTS assay เมื่อเปรียบเทียบกับ สารมาตรฐาน ได้แก่ วิตามินซี (IC₅₀ = 7.71 ± 0.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) และ Trolox (IC₅₀ = 11.72 ± 0.20 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) (Table 3) ซึ่งวิธีต่างระบบกัน คือ ในระบบที่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ (DPPH assay) และ ในระบบที่ละลายได้ดีในน้ำ (ABTS assay) พบว่า ผลิตภัณฑ์ อิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล ตำรับที่ 3 มีฤทธิ์ในการต้าน

อนุมูลอิสระได้ดี เมื่อเทียบกับตำรับพื้น (T1) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่รายงานว่า เจตมูลเพลิงแดง กะเพรา และผักแพว มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [18], [20] ซึ่งสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดเป็นสมุนไพรในตำรับพืชผล มีสาระสำคัญในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน อาจจะส่งผลให้สารสกัดตำรับพืชผลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดชนิดอื่น ๆ

3.5. ปริมาณสารพฤกษเคมีของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผล ตำรับที่ 3

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่มฟีนอลิกและกลุ่มฟลาโวนอยด์ของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผลโดยใช้วิธีการหาปริมาณฟีนอลิกรวม และฟลาโวนอยด์รวมพบว่า ผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผล ตำรับที่ 3 มีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 0.043 ± 0.002 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และมีปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 0.079 ± 0.002 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีตินต่อกรัมสารสกัด (Table 3) เมื่อเทียบกับตำรับพื้น ที่ไม่เติมสารสกัด (T1) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Klangprapun et al. [21] ที่รายงานว่ารากเจตมูลเพลิงแดงมีปริมาณฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 15.11 ± 4.42 มิลลิกรัมต่อกรัมสารสกัดแห้ง

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากะเพราแดงมีปริมาณสารโพลีฟีนอล 2.65 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ผักแพวแดง มีปริมาณสารฟีนอลิก 16.02 ± 0.49 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดแห้ง และสารสกัดกะเพราแดงมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ Orientin และ Vicenin [22] ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผล ตำรับที่ 3 มีสาระสำคัญในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกระบวนการอักเสบและกำจัดอนุมูลอิสระได้ดี

3.6. การปนเปื้อนเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผล ตำรับที่ 3

การทดสอบการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์อิมัลเจลจากสารสกัดพืชผล โดยการนำผลิตภัณฑ์อิมัลเจลสารสกัดพืชผล ตำรับที่ 3 (T3) ด้วยวิธี Streak plate technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งเป็นวิธีทดสอบการปนเปื้อนเชื้อในผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์อิมัลเจลสารสกัดพืชผล (T3) ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* และ *C. perfringens* (Table 4) ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อิมัลเจลสารสกัดพืชผล (T3) เป็นตำรับที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Table 4 Bacterial contamination of Pit-ta-phon extract containing emulgel formulation 3 (T3)

Bacteria	Bacterial growth on agar plate	Contamination	Bacteria	Bacterial growth on agar plate	Contamination
<i>S. aureus</i>		Not detected	<i>P. aeruginosa</i>		Not detected
<i>E. coli</i>		Not detected	<i>C. perfringens</i>		Not detected

4. บทสรุป

จากการศึกษาและพัฒนาอิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล สามารถนำสารสกัดจากพิกัดปิตตะผลเพื่อพัฒนาตำรับให้อยู่ในรูปแบบอิมัลชันเจลได้ ถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตำรับยาสมุนไพร ในการดูแลผู้ป่วยที่มีปัญหาปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเรื้อรัง หรือกล้ามเนื้ออักเสบ ลดความเสี่ยงของการเกิดผลข้างเคียงจากยาแผนปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี การสกัดปิตตะผลโดยใช้การสกัดแบบการหมักด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 จากนั้นนำมาพัฒนาสูตรจำนวน 4 สูตรที่มีอัตราส่วนของสารสกัดปิตตะผลที่ต่างกัน ได้แก่ ตำรับที่ 1 ไม่เติมสารสกัด (T1) ตำรับที่ 2 มีสารสกัด 0.25% (T2) ตำรับที่ 3 มีสารสกัด 0.50% (T3) และตำรับที่ 4 มีสารสกัด 1% (T4) โดยพิจารณาสูตรตำรับที่เหมาะสมจาก ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื้ออิมัลชันหรือการแยกชั้น ความรู้สึกหรือการสัมผัส และความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากการศึกษาพบว่า อิมัลเจลที่เหมาะสมที่สุด คือ ตำรับที่ 3 มีสารสกัด 0.50% (T3) มีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ที่ 5.3 เนื้ออิมัลเจลมีการกระจายตัวที่ดี เนื้อเนียน ละเอียด ไม่เกิดการแยกชั้น สัมผัสดี ไม่เหนียวเหนอะหนะ ซึมง่าย โดยตำรับอิมัลชันเจลที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามหลักการทางด้านเภสัชกรรมครอบคลุมด้านความคงตัวทางกายภาพและเคมี เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ ได้แก่ ศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของตำรับอิมัลเจล การประเมินลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของอิมัลเจลจากสารสกัดปิตตะผล เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกในการบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยยังเป็นเพียงการทดลองในหลอดทดลอง (*In vitro*) และเป็นการศึกษาวิจัยเบื้องต้น จึงจะต้องทำการศึกษาในเชิงลึกต่อไป เช่น การศึกษาในสัตว์ทดลอง การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่งและระยะยาว (Long term stability) การทดสอบการปลดปล่อยด้วยสำคัญออกจากตำรับ การทดสอบความสามารถในการซึมผ่านผิวหนัง (Skin permeability study) เพื่อดูประสิทธิภาพและความสามารถในการแพร่ผ่านของตัวยาผ่านผิวหนัง การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยในมนุษย์ของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรใช้เป็นทางเลือกในการป้องกันและรักษาโรคปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังได้

ในอนาคต รวมถึงการวางแผนการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ในห่วงโซ่คุณค่าของการพัฒนาสมุนไพรให้เกิดความคุ้มค่าของต้นทุนประสิทธิผลต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือในการปฏิบัติงานจากผู้ร่วมโครงการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

6. References

- [1] Kett, A.R. and Sichting, F. 2020. Sedentary behaviour at work increases muscle stiffness of the back: Why roller massage has potential as an active break intervention. *Applied Ergonomics*. 82: 102947.
- [2] Phad, A.R., Dilip, N.T. and Ganapathy, R.S. 2018. Emulgel: A comprehensive review for topical delivery of hydrophobic drugs. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 12(2): S382-S389.
- [3] Pei, Z. and et al. 2023. Emulsion gel stabilized by tilapia myofibrillar protein: Application in lipid-enhanced surimi preparation. *Food Chemistry*. 403: 134424.
- [4] Guo, Z. and et al. 2023. **Evaluating Large Language Models: A Comprehensive Survey**. <https://arxiv.org/pdf/2310.19736>. Accessed 1 November 2025.
- [5] Wat Phra Chetuphon Traditional Medical School Association. 1961. **Phaetsat Songkhro, volumes 1-3**. Bangkok: Wat Phra Chetuphon Traditional Medical School Association. (*in Thai*)
- [6] Puttaraksa, P. 2024. **Antioxidant Activity and Xanthine Oxidase Inhibitory Effects of Phikat Pitta Phon Traditional Thai Medicinal Formula Extracts from Thai Traditional Medicine Scriptures**. M.Sc. Thesis, Udon Thani Rajabhat University. (*in Thai*)

- [7] Tomudta, A. and Tomudta, P. 2023. Research and development of an emulgel formulation containing chili and *Zingiber cassumunar* extracts. **Maharakham Hospital Journal**. 20(2): 149-164. (in Thai)
- [8] Chu, Y.H., Chang, C.L. and Hsu, H.F. 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 80(5): 561-566.
- [9] Mayur, B. and et al. 2010. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory properties of *Carpesium abrotanoides* L. **Journal of Medicinal Plants Research**. 4(15): 1547-1553.
- [10] Sriset, Y., Chatuphonprasert, W. and Jarukamjorn, K. 2021. *In vitro* antioxidant potential of *Mallotus repandus* (Willd.) Muell. Arg stem extract and its active constituent bergenin. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**. 43(1): 24-30.
- [11] Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. 16(3): 144-158.
- [12] Chang, Q. and et al. 2002. Hawthorn. **Journal of Clinical Pharmacology**. 42(6): 605-612.
- [13] Leaokittikul, D. and et al. 2010. Formulation of cream containing extract from *Centella asiatica*. **Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology**. 2(4): 39-53. (in Thai)
- [14] Sehgal, A. and Singh, A. 2022. The influence of pH on skin's surface. **Journal of Pharmaceutical Negative Results**. 13: 2012-2023.
- [15] Saleem, N. and et al. 2011. Formulation and evaluation of a topical emulgel containing herbal extract. **International Journal of Cosmetic Science**. 33(3): 1-7.
- [16] Intranupakorn, R. 2004. **Pharmacognosy and Herbal Medicine**. Bangkok: Huachiew Chalermprakiet University. (in Thai)
- [17] Raju, R. and et al. 2014. A network map of FGF-1/FGFR signaling system. **Journal of Signal Transduction**. 2014: 962962.
- [18] Singh, S. and Majumdar, D.K. 1996. Effect of fixed oil of *Ocimum sanctum* against experimentally induced arthritis and joint edema in laboratory animals. **International Journal of Pharmacognosy and Pharmaceutical Research**. 34(3): 218-222.
- [19] Furukawa, S. and et al. 2004. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. **Journal of Clinical Investigation**. 114(12): 1752-1761.
- [20] Denchai, R. and et al. 2022. Effectiveness of breast massage on milk ejection of postpartum mothers. **Journal of Health Science**. 31(Suppl. 2): 70-79.
- [21] Klangprapun, S. and et al. 2022. Physico-chemical properties and antioxidant activity of Trisarn drug coordinates. **Journal of Health Sciences and Wellness**. 26(2): 222-234. (in Thai)
- [22] Keawsaard, S. 2012. *Ocimum sanctum* Linn. and free radical scavenging activity. **Journal of Science Ladkrabang**. 21(2): 54-65. (in Thai)