

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

DEVELOPMENT OF BODY MASK PELLETS FROM *MELALEUCA* *QUINQUENERVIA* LEAVES EXTRACT CONTAINING ANTIBACTERIAL EFFECT

ศรายุทธ ชูประสิทธิ์ กรกนก บุญมาก สุกัญญา กำลังมาก และ ยมล พัทธ์ภาวศุทธิ*

Sarayut Chuprasit, Konkanok Boonmak, Sukanjana Kamlungmak,

and Yamon Pitakpawasutthi*

หลักสูตรการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ

Bachelor of Thai Traditional Medicine, Faculty of Health and Sport Science, Thaksin University

* corresponding author e-mail: yamon.p@tsu.ac.th

(Received: 6 March 2025; Revised: 23 June 2025; Accepted: 6 July 2025)

บทคัดย่อ

เสมีดขาว *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake เป็นพันธุ์ไม้เด่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งพบว่าน้ำมันเสมีดขาว (Cajuput oil) ที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยศึกษาความคงตัวทั้งระยะสั้นและระยะยาว ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu assay ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราด้วยวิธี Broth dilution method รวมถึงความเป็นพิษต่อเซลล์ด้วยวิธี MTT assay ซึ่งสูตรตำรับของเม็ดพอกผิวหนัง ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด Polyvinylpyrrolidone-K30 Croscarmellose sodium สารกันเสีย และสารสกัดใบเสมีดขาว จากการประเมินความคงสภาพในระยะสั้น 4 Cycles พบว่า น้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง และกลิ่น มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่สีและลักษณะเม็ดไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อครบระยะเวลา 3 เดือน ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 ± 0.01 ส่วนสีและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว และสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 2.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 6.02 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารตัวอย่าง มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

และเชื้อรา (*Staphylococcus epidermidis*, *Propionibacterium acnes* และ *Malassezia furfur*) ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งเชื้อได้เท่ากับ 32 8 และ 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มีความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อได้เท่ากับ 32 32 และ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Human Skin Fibroblast–hTERT พบว่า มีความเข้มข้นของสารทดสอบที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ <0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถนำไปต่อยอดในระดับอุตสาหกรรมและนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรไทยที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น

คำสำคัญ: เส้ม็ดขาว เม็ดพอกผิวกาย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านเชื้อรา

Abstract

Melaleuca quinquenervia (Cav.) S.T. Blake, commonly known as Cajuput, is a prominent species typically found in the southern region of Thailand. It has been found that Cajuput oil possesses antibacterial properties. Therefore, researchers were interested in developing a body mask pellet product from *M. quinquenervia* leaf extract. The study aimed to investigate the physical and chemical properties, short-term and long-term stability, antioxidant activity using the DPPH assay method, total phenolic compound content using the Folin–Ciocalteu method, antibacterial and antifungal using Broth dilution method, and cytotoxicity using the MTT assay. The body mask pellet formula consists of cassava starch, corn starch, polyvinylpyrrolidone–K30, croscarmellose sodium, preservatives, and *M. quinquenervia* leaf extract. The evaluation of short-term stability over 4 cycles revealed that the weight, pH, and odor changed slightly, while the color and texture remained unchanged. After 3 months, the pH value was 5.64 ± 0.01 , and the color and odor showed no alterations. The antioxidant activity of the body mask pellet product from *M. quinquenervia* leaf extract, compared with the standard ascorbic acid, showed an IC_{50} values of 2.44 mg/mL and 2.36 μ g/mL, respectively. The total phenolic compound content was 6.02 ± 0.46 mg GAE/1 g Sample. The product exhibited inhibitory effects against bacteria and fungi (*Staphylococcus epidermidis*, *Propionibacterium acnes*, and *Malassezia furfur*) with the minimum inhibitory concentration (MIC) values of 32, 8, and 8 mg/mL, respectively. The minimum bactericidal concentration (MBC) values of 32, 32, and 32 mg/mL, respectively. When tested for cytotoxicity against Human Skin Fibroblast–hTERT cells, the test substance concentration was found to be nontoxic to cells <0.10 mg/mL. It can be further developed at the industrial level and lead to the creation of products that can add value to Thai herbs that can be found locally.

Keywords: *Melaleuca quinquenervia*, Body mask pellet, Antioxidant activity, Antibacterial activity, Antifungal activity

บทนำ

ในช่วง พ.ศ. 2561 พบสาเหตุการเกิดโรค ในกลุ่มงานฝุ่นแพ้สัมผัสเป็นอันดับ 2 ซึ่ง 90% ของโรคผิวหนังที่เกิดจากการทำงานมีสาเหตุจากโรคผิวหนังอักเสบจากการสัมผัส ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะเฉียบพลัน และระยะเรื้อรัง (จันทร์จิรา, 2560) ช่วงต้นปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ฝุ่นปกคลุมอย่างหนาแน่นที่เต็มไปด้วยฝุ่นมลพิษ PM2.5 ซึ่งเป็นฝุ่นละอองในอากาศที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 2.50 ไมครอน แต่ถ้าฝุ่นนี้มีปริมาณสูงมากในอากาศ จึงสามารถลอดผ่าน การกรองของขนจมูกไปยังหลอดลม นอกจากนี้ฝุ่นละออง PM2.5 ยังทำลายผิวหนัง เพราะผิวหนังเป็นอวัยวะที่ห่อหุ้มร่างกาย อาจทำให้เกิดอาการระคายเคือง เกิดผื่นผิวหนังอักเสบ มีอาการแดงคันได้ง่าย ควรหลีกเลี่ยงที่จะเผชิญกับฝุ่น (ศิริมา, 2561)

การดูแลผิวหนังส่วนใหญ่ที่ช่วยทำให้ผิวสวยสุขภาพดีนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การพอกผิว (Body mask) ซึ่งการพอกผิวเป็นการขัดเซลล์ผิวที่ตายแล้วบนผิวหนัง และการขัดผิวยังช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ช่วยให้ผิวพรรณสวยใสเปล่งปลั่งอย่างเป็นธรรมชาติพร้อมกระตุ้นให้เกิดผิวใหม่ที่กระจ่างใส โดยการขัดผิวหรือสครับผิวในปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมในทุกวัย (ปาลิตา, 2565)

ประเทศไทยเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายทางพันธุ์พืชจากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่า สมุนไพรและเครื่องสำอางสินค้าสมุนไพรแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1) น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) 243.34 ล้านบาท 2) ยารับประทาน 114.10 ล้านบาท 3) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องดื่ม 283.67 ล้านบาท 4) เครื่องสำอาง 10,645.28 ล้านบาท 5) สมุนไพร 146.60 ล้านบาท 6) สารสกัดสมุนไพร 138.14 ล้านบาท 7) ไซท์ได้จากพืช 1.88 ล้านบาทและในเดือนมกราคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2562 มีมูลค่าการส่งออกสมุนไพรไทย 146,605,230 ล้านบาท (ซูวารี, 2564) โดยผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่อยู่ในท้องตลาดจะนิยมใช้เมล็ดพืชนำมาบด และส่วนใหญ่เป็นเมล็ดของพืชจากต่างประเทศ เช่น ข้าวโอ๊ต แอปเปิ้ล หรือวอลนัท สำหรับพืชสมุนไพรไทยก็มีผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายอยู่ไม่น้อย เช่น งานแสดงสินค้า OTOP แต่ส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลให้ผู้บริโภคมั่นใจในประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้อีกทั้งในประเทศไทยก็มีความหลากหลายของพันธุ์พืชที่น่าจะนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขัดผิว (เพ็ญศรี, 2565)

ปัจจุบันการใช้สมุนไพรไทยที่มีสรรพคุณหลากหลายมาช่วยดูแลสุขภาพที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามความนิยมในกลุ่มคนสังคมปัจจุบัน

ซึ่งสมุนไพรมะขาม เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่อาจสูงถึง 35 เมตร เป็นพันธุ์ไม้หนึ่งในวงศ์ Myrtaceae และสกุล *Melaleuca* ในประเทศไทยมีการสำรวจพบเพียงชนิดเดียว คือ ไม้เสม็ด มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake เป็นพันธุ์ไม้เด่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศ พบว่า ใบเสม็ดขามีน้ำมันเสม็ดขาว (Cajuput oil) ซึ่งมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว และมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ อีกทั้งไม้เสม็ดขาวเป็นพันธุ์ไม้ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินหลายสภาพ (สุกะวะระ, 2560) ใบสดนำมากลั่นเป็นน้ำมันหอมระเหยได้ มีกลิ่นคล้ายการบูร เรียกว่า น้ำมันเสม็ด หรือน้ำมันเซียว (Cajuput oil) มีคุณสมบัติทางยาคลายน้ำมันยูคาลิปตัส นิยมใช้ในการรักษาโรคแบบพื้นบ้าน แก้อาการปวดเมื่อย ไขข้ออักเสบ ปวดหัว ปวดหู ปวดฟัน ยา รักษาโรคผิวหนัง รักษาสิว ใช้ฆ่าเชื้อโรค ฆ่าแมลง ใช้ภายในเป็นยากระตุ้นขับลม แก้อาการเกร็งของกล้ามเนื้อในกระเพาะและลำไส้ จุกเสียด ท้องอืด ขับเสมหะ หลอดลมอักเสบ และขับพยาธิ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า องค์ประกอบหลายชนิดของน้ำมันเสม็ดขาวมีฤทธิ์ไล่หรือฆ่าแมลง เช่น มด ยุง ปลวก และเพลี้ยได้ (พิชญพงศ์, 2562; Musta, 2022)

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นความสำคัญของใบเสม็ดขาวที่มีอยู่อย่างแพร่หลายในท้องถิ่นของประเทศไทย จึงสนใจศึกษาพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาว ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา รวมถึงความเป็นพิษต่อเซลล์ของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาว นำมาซึ่งองค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของชุมชนและประเทศ สามารถนำไปต่อยอดในระดับอุตสาหกรรมได้และนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรไทยที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และความคงตัวของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาว

การพัฒนาสูตรอัดเม็ดพอกผิวหนังที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบเสม็ดขาว จำนวน 5 สูตร ดังตารางที่ 1 โดยสูตร A-E เป็นสูตรที่ผสมแบ่งทั้งสองชนิดในอัตราส่วน 30–70 กรัม น้ำ 25 กรัม CAS 10 กรัม สารกันเสีย 1 กรัม โพลีไวนิลไพโรลิโดน (PVP-K30) 5 กรัม และสารสกัดใบเสม็ดขาว 25 กรัม โดยทำให้เกิดเป็นแกรนูล และสามารถอัดเป็นเม็ดได้

ตารางที่ 1 สูตรตำรับผลิตภัณฑ์ขี้ดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว

สูตร ที่	แป้งมัน สำปะหลัง (กรัม)	แป้ง ข้าวโพด (กรัม)	น้ำ (กรัม)	สารสกัด ใบเสมีด ขาว (กรัม)	CAS (กรัม)	สารกัน เสีย (กรัม)	PVP-K30 (กรัม)
A	30	70	25	25	10	1	5
B	40	60	25	25	10	1	5
C	50	50	25	25	10	1	5
D	60	40	25	25	10	1	5
E	70	30	25	25	10	1	5

1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

1) สังเกตลักษณะของผลิตภัณฑ์ขี้ดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว ได้แก่ ต้องเป็นเม็ดอาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย เนื้อละเอียดไม่หยาบจนเกินไป มีการกระจายตัวของส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ

2) สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดินทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3) กลิ่น ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

4) สี ต้องมีสีที่ตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

5) วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายด้วย pH meter (3 ซ้ำ) ซึ่งมีค่าความเหมาะสมต้องอยู่ระหว่าง 3.50 ถึง 8 ตามระบุใน มพข.1350/2560

6) วัดขนาดความหนาและเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ขี้ดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Vernier Calipers) (อัศพงษ์, 2564)

7) ความชื้นที่หายไปเมื่ออบแห้ง (Loss on Drying) เป็นข้อกำหนดในการควบคุมปริมาณความชื้น โดยหาน้ำหนักที่สูญหายไป หลังจากการอบแห้งในตู้อบ ในสภาวะอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทำซ้ำ 3 รอบ หาร้อยละของความชื้นที่หายไป (ชาคริต, ณัฐธร และอภิสิทธิ์, 2562) ดังสมการที่ 1

$$\% \text{ ความชื้นที่หายไป} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ} - \text{น้ำหนักหลังทดสอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ}} \times 100 \quad (1)$$

8) การวิเคราะห์ค่าความแข็ง โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer นำตัวอย่างที่ทำทดสอบทั้งหมด 5 สูตร มาวางบนฐานเครื่อง Texture Analyzer เลือก Load cell ขนาดน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ใช้หัววัดที่เหมาะสมกับวัสดุที่จะใช้ทดสอบเลือกโปรแกรม Texture ที่ใช้

ในการทดสอบสำหรับเครื่อง Texture Analyzer (ลิปกร และคณะ, 2556) ผลการทดสอบแต่ละสูตรจะแสดงข้อมูลค่าเนื้อสัมผัสออกมา

9) การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย (Solubility, %) ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายได้ โดยชั่งน้ำหนักผง 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาณ 100 มิลลิลิตร บรรจุลงในขวดพลาสติกชนิดแข็งแล้วกวนด้วยแท่งแก้วจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยงแยก (Centrifuge) เป็นเวลา 10 นาที ที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที แยกส่วนละลายที่ใส 25 มิลลิลิตร เทใส่ถ้วยอลูมิเนียม จากนั้นนำไปอบระเหยน้ำส่วนเกินออกด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักหลังการอบแห้งพร้อมทั้งทำการจดบันทึก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณค่าความสามารถในการละลายได้ ดังสมการที่ 2 (ลิปกร, 2564)

$$\% \text{ความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{มวลแห้งตัวอย่างละลายได้}}{\text{มวลทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

10) ความกร่อน โดยสุ่มเม็ดมาทดสอบ จำนวน 10 เม็ด (ชั่งน้ำหนักโดยละเอียด) นำไปใส่ในเครื่องกลิ้งยา เป็นเวลา 4 นาที (100 รอบ) หลังจากนั้นนำยาเม็ดออกมาบดฝุ่น และนำไปชั่งน้ำหนักโดยละเอียดอีกครั้ง หาร้อยละของความกร่อน (เซาวลิต และคณะ, 2557) ดังสมการที่ 3

$$\% \text{ความกร่อน} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ} - \text{น้ำหนักหลังทดสอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ}} \times 100 \quad (3)$$

1.2 การประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์ระยะสั้น

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยเปิดฝาภาชนะบรรจุมาก่อนที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 45 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้สลับกันจนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป เปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์และวัดความเป็นกรด-ด่าง ที่ 3.50 ถึง 8 ตามระบุใน มพข.1350/2560 (วรฤทธิ และคณะ, 2567)

1.3 การประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์ระยะยาว

ดูความคงสภาพ สี กลิ่น และการจับตัวเป็นก้อนต้องอยู่ในสภาพที่ดี ไม่แปรสภาพ ระยะเวลาทดสอบ 3 เดือน เปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์และวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 3.50 ถึง 8 ตามระบุใน มพข.1350/2560 ผลต่อผลิตภัณฑ์ต่ออุณหภูมิเก็บผลิตภัณฑ์ในกล่องมีฝาปิดทึบแสง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเก็บผลิตภัณฑ์ในกล่องมีฝาปิดทึบแสง

ที่อุณหภูมิห้อง และผลต่อสภาวะแรงผลิตภัณฑ์ เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (วรวิทย์ และคณะ, 2567)

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาวด้วยวิธี DPPH assay

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเตรียมสารละลายด้วยวิธี DPPH ในเอทานอล ให้มีความเข้มข้น 0.20 มิลลิโมลาร์ จากนั้นผสมสารละลายผลิตภัณฑ์จากสารสกัดใบเสมีดขาว โดยละลายด้วยเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารละลายอยู่ในช่วง 0.04–20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร กับสารละลายของ DPPH ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงไปใน 96 Well Plate และบ่มไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) ทำการทดลอง 3 ครั้ง คำนวณหาค่าร้อยละในการยับยั้ง DPPH (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1995) ดังสมการที่ 4

$$\% \text{Inhibition} = [1 - (AS/AC)] \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ As คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

Ac คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

3. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาว

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมทำโดยวิธี Folin-ciocalteu assay โดยเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากสารสกัดใบเสมีดขาวเข้มข้น 0.01 กรัม จากนั้นเตรียมกรดแกลลิกเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้อยู่ในช่วง 3.125–800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วเติมสารตัวอย่าง/สารมาตรฐาน ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เติม Folin-ciocalteu reagent 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 7.50% Na_2CO_3 80 ไมโครลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากสารตัวอย่างมาเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกแล้วคำนวณผลเป็นน้ำหนัก มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่าง 1 กรัม น้ำหนักแห้ง (mg GAE/1 g Sample) (Panida et al., 2016)

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาว

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่เป็นสาเหตุของอาการติดเชื้อระบบผิวหนัง ได้แก่ *Staphylococcus epidermidis* *Propionibacterium acnes* และ *Malassezia furfur* โดยใช้วิธี

Broth dilution method เพื่อหาค่า Minimum inhibitory concentration (MIC) โดยนำผลทุกความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาวที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ในการทดสอบมา Streak บนอาหาร Nutrient agar สำหรับแบคทีเรีย และ Streak บนอาหาร Sabouraud dextrose สำหรับยีสต์ อ่านค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียเป็นค่า Minimum bactericidal concentration (MBC) และอ่านค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อยีสต์ได้เป็นค่า Minimum fungicidal concentration (MFC) (พญทฐิกร และคณะ, 2556)

5. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาวด้วยวิธี MTT assay

5.1 เพาะเลี้ยงเซลล์ Human Skin Fibroblast – hTERT; HSF ปริมาณ 7,000 เซลล์ต่อหลุมในถาดเพาะเลี้ยงเซลล์ชนิด 96 หลุม ด้วยอาหาร DMEM ที่มี 1% FBS และ 1% Penicillin/ Streptomycin จากนั้นนำไปบ่มเพาะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะ 5%CO₂ ในตู้บ่มควบคุมความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.2 เตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยเจือจางลงในอาหาร DMEM และเติมตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม จากนั้นทำการบ่มเซลล์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.3 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง เติมน้ำตัวอย่าง MTT ที่ความเข้มข้น 0.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หลุมละ 100 ไมโครลิตร บ่มในที่มืด 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูด Supernatant ทิ้ง และละลายตะกอนสีที่เกิดขึ้นด้วย DMSO 100 ไมโครลิตร

5.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader ภายใน 1 ชั่วโมง หลังจากเติม DMSO จากนั้นนำค่า OD ที่ได้คำนวณหา % Viability (อัตราอยู่รอดการรอดชีวิต) เทียบกับ Untreated control ดังสมการที่ 5

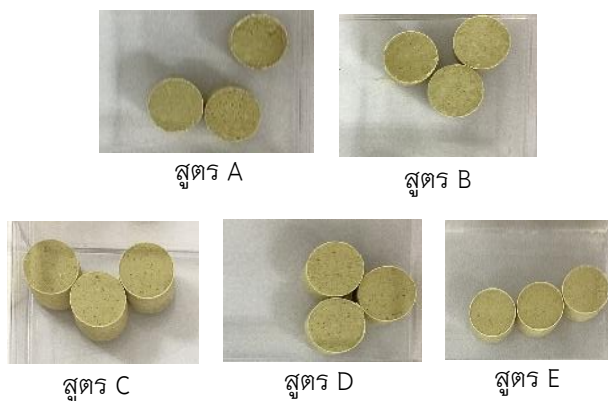
$$\%Viability = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ทำการศึกษา}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของ Untreated control}} \times 100 \quad (5)$$

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และความคงตัวของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาว

จากการประเมินความคงสภาพของเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาว ด้วยการนำเม็ดพอกผิวทุก 5 สูตร ใส่ในภาชนะปิดด้วยฝาให้สนิท จากนั้นพันด้วยฟรอมด์รอบๆ ภาชนะให้ทึบแสง พบว่า สูตร A-E มีค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.67 ± 0.21 ค่า % Loss on drying มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.21 ± 0.95 ค่า % Solubility มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.19 ± 0.65 การวัด

ค่าความแข็งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 ± 1.97 นิวตัน ค่า % ความกรอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 ± 0.05 ค่าความหนามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.15 ± 0.05 มิลลิเมตร ค่าการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 ± 0.03 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นรูปทรงกลมแบน มีสีเขียวอ่อน และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของใบเสม็ดขาว ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาว

ตารางที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาว

Stability	Formula				
	A	B	C	D	E
น้ำหนัก (g)	0.94 ± 0.03	1.01 ± 0.03	0.99 ± 0.04	0.94 ± 0.01	0.97 ± 0.01
pH	5.37 ± 0.10	5.93 ± 0.15	5.47 ± 0.20	5.75 ± 0.18	5.83 ± 0.13
Loss on drying (%)	7.29	6.94	5.67	7.55	8.62
Solubility (%)	4.00	5.33	6.00	5.33	5.33
ค่าความ แข็ง (N)	33.57	29.04	30.91	27.85	29.29
ความ กรอบ (%)	0.83	0.69	0.80	0.71	0.74

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Stability	Formula				
	A	B	C	D	E
ความหนา (mm)	10.06	10.13	10.20	10.16	10.20
เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	9	9	10	9.30	9.70
สี	เขียว	เขียว	เขียว	เขียว	เขียว
กลิ่น	หอมเฉพาะ	หอมเฉพาะ	หอมเฉพาะ	หอมเฉพาะ	หอมเฉพาะ
ลักษณะ	ขึ้นรูป	ขึ้นรูป	ขึ้นรูป	ขึ้นรูป	ขึ้นรูป

2. ผลการทดสอบคุณสมบัติความคงตัวของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายจากสารสกัดใบเสมีดขาว

จากการประเมินความคงสภาพของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายจากสารสกัดใบเสมีดขาว ด้วยการนำผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายทั้ง 5 สูตร ใส่ในภาชนะปิด มาประเมินในระยะสั้น 4 Cycles พบว่า น้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง และกลิ่นของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในแต่ละ Cycles แต่สีและลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติความคงตัวในระยะสั้น

Stability & Formula		น้ำหนัก (g)	pH	กลิ่น	สี	ลักษณะ
Before	A	1.14±0.01	5.20±0.21	/	/	/
	B	0.91±0.10	5.89±0.08	/	/	/
	C	0.98±0.05	5.79±0.19	/	/	/
	D	0.93±0.09	5.88±0.14	/	/	/
	E	1.0±0.05	5.72±0.12	/	/	/
Cycle 1	A	1.08±0.01	5.19±0.25	/	/	/
	B	0.86±0.11	5.84±0.10	/	/	/
	C	0.91±0.05	5.79±0.22	/	/	/
	D	0.87±0.87	5.87±0.17	/	/	/
	E	0.98±0.06	5.63±0.10	/	/	/

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Stability & Formula		น้ำหนัก (g)	pH	กลิ่น	สี	ลักษณะ
Cycle 2	A	0.97±0.04	5.18±0.23	/	/	/
	B	0.76±0.03	5.67±0.15	/	/	/
	C	0.85±0.06	5.65±0.24	/	/	/
	D	0.86±0.09	5.66±0.18	/	/	/
	E	0.89±0.04	5.51±0.24	x	/	/
Cycle 3	A	0.94±0.01	5.34±0.28	/	/	/
	B	0.70±0.08	5.99±0.19	/	/	/
	C	0.81±0.05	5.87±0.26	/	/	/
	D	0.76±0.07	5.75±0.20	x	/	/
	E	0.81±0.02	5.74±0.27	x	/	/
Cycle 4	A	0.87±0.01	5.65±0.29	/	/	/
	B	0.75±0.19	5.65±0.28	/	/	/
	C	0.78±0.05	5.51±0.22	/	/	/
	D	0.72±0.07	5.77±0.20	x	/	/
	E	0.73±0.06	5.55±0.27	x	/	/

หมายเหตุ สี / หมายถึง มีสี x หมายถึง สีอ่อนลง
 กลิ่น / หมายถึง มีกลิ่น x หมายถึง มีกลิ่นอ่อนลง
 ลักษณะ / หมายถึง มีลักษณะเป็นเม็ด x หมายถึง ไม่มีลักษณะเป็นเม็ด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบคุณสมบัติความคงตัวในระยะยาว

Stability & Formula		น้ำหนัก (g)	pH	สี	กลิ่น	ลักษณะ
ก่อนการ ทดสอบ	อุณหภูมิห้อง	A	0.91±0.11	-	/	/
		B	0.95±0.07	-	/	/
		C	0.94±0.03	-	/	/
		D	0.92±0.07	-	/	/
		E	0.90±0.03	-	/	/
	อุณหภูมิ 4 (°C)	A	0.97±0.02	-	/	/
		B	1.01±0.01	-	/	/
		C	0.94±0.04	-	/	/
		D	0.96±0.03	-	/	/
		E	0.97±0.05	-	/	/

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Stability & Formula		น้ำหนัก (g)	pH	สี	กลิ่น	ลักษณะ
หลังทดลอง 3 เดือน	อุณหภูมิตั้ง 45 (°C)	A	0.97±0.05	–	/	/
		B	0.98±0.05	–	/	/
		C	0.91±0.03	–	/	/
		D	0.92±0.02	–	/	/
		E	0.85±0.06	–	/	/
	อุณหภูมิตั้งห้อง	A	0.74±0.04	5.75±0.12	/	/
		B	0.77±0.01	5.69±0.15	/	/
		C	0.73±0.03	5.71±0.20	/	/
		D	0.77±0.03	5.73±0.25	/	/
		E	0.75±0.02	5.68±0.20	/	/
	อุณหภูมิตั้ง 4 (°C)	A	0.79±0.02	5.65±0.13	/	/
		B	0.81±0.03	5.72±0.17	/	/
		C	0.78±0.02	5.62±0.21	/	/
		D	0.83±0.04	5.65±0.28	/	/
		E	0.79±0.05	5.63±0.20	/	/
	อุณหภูมิตั้ง 45 (°C)	A	0.67±0.04	5.53±0.16	/	/
		B	0.68±0.04	5.59±0.20	/	/
		C	0.63±0.02	5.54±0.23	/	/
		D	0.67±0.01	5.61±0.28	/	/
		E	0.64±0.01	5.56±0.24	/	/

หมายเหตุ สี / หมายถึง มีสี

x หมายถึง สีอ่อนลง

กลิ่น / หมายถึง มีกลิ่น

x หมายถึง มีกลิ่นอ่อนลง

ลักษณะ / หมายถึง มีลักษณะเป็นเม็ด x หมายถึง ไม่มีลักษณะเป็นเม็ด

จากการประเมินความคงตัวของเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาวทั้ง 5 สูตร (สูตร A–E) ที่อุณหภูมิตั้ง อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ทั้ง 3 อุณหภูมิ มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.71 ± 0.02 5.63 ± 0.04 และ 5.57 ± 0.03 ตามลำดับ สีและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เม็ดพอกผิวเกิดการพองตัว ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เม็ดพอกผิวมีขนาดเล็กลง รวมถึงมีความแห้งและแตก ดังนั้น จากผลวิจัยข้างต้น จึงสรุปได้ว่าสูตร A–E ที่อุณหภูมิตั้ง เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี และมีความคงตัวที่อุณหภูมิตั้ง ดังตารางที่ 4

3. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว ด้วยวิธี DPPH assay

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยสังเกตความสามารถในการจับ DPPH จะรายงานเป็นความเข้มข้นของสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ โดยพบว่า ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ในระดับปานกลาง

4. ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวด้วยตัวทำละลายเอทานอล ด้วยวิธี Folin–Ciocalteu โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ซึ่งสมการของกราฟจากการทดลอง คือ $y=0.0044x+0.0061$ ($R^2=0.8568$) พบว่า ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมอยู่ที่ 6.02 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารตัวอย่าง

5. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว

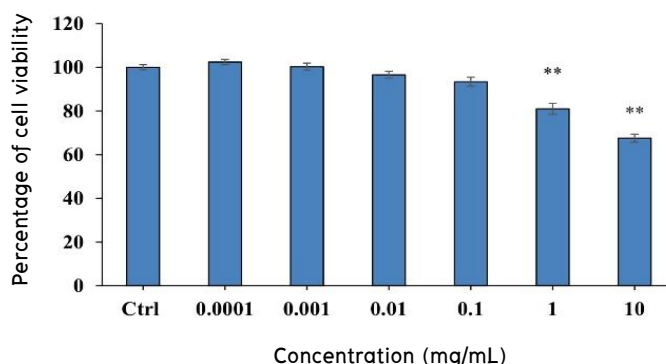
การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่เป็นสาเหตุของอาการติดเชื้อระบบผิวหนัง ได้แก่ *S. epidermidis*, *P. Acnes* และ *M. furfur* โดยใช้วิธี Broth dilution method ผลการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดจากใบเสมีดขาวมีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ที่ยับยั้งเชื้อได้ 32, 8 และ 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MBC) ที่ฆ่าเชื้อได้ 32, 32 และ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาว

Sample	Bacteria				Yeast	
	<i>Staphylococcus</i>		<i>Propionibacterium</i>		<i>Malassezia</i>	
	<i>epidermidis</i>		<i>acnes</i>		<i>furfur</i>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MFC
เม็ดพอกผิวหนัง (mg/mL)	32	32	8	32	8	32
Gentamicin (µg/mL)	0.25	0.25	–	–	–	–
Vancomycin (µg/mL)	1	1	–	–	–	–
Gentamicin (µg/mL)	–	–	0.25	0.25	–	–
Clotrimazole (µg/mL)	–	–	–	–	1	2

6. ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาว

จากการทดสอบผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้น 0.0001 0.001 0.01 0.10 1 และ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กับเซลล์ Human Skin Fibroblast-hTERT; HSF พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ทุกความเข้มข้นไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HSF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าความเข้มข้นของสารทดสอบที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ < 0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความเป็นพิษต่อเซลล์ Human Skin Fibroblast-hTERT ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาว (**P<0.01 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดตัวอย่างควบคุม)

อภิปรายผล

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสมีดขาวทั้ง 5 สูตร พบว่า สูตร A-E มีค่าความเป็นกรด-ด่างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.67 ± 0.21 ค่า % Loss on drying โดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.21 ± 0.95 ค่า % Solubility โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.19 ± 0.65 ค่าน้ำหนักโดยเฉลี่ย 0.99 ± 0.02 ค่าความแข็งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 ± 1.97 นิวตัน ค่าความกร่อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 ± 0.05 ค่าความหนาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.5 ± 0.05 มิลลิเมตร ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 ± 0.03 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์มีสีเขียวอ่อนและมีกลิ่นหอมเฉพาะ ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพสามารถสังเกตจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ต้องเป็นเม็ดอาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย เนื้อละเอียดไม่หยาบจนเกินไป มีการกระจายตัวของส่วนประกอบอย่างสม่ำเสมอ ต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ต้องมีสีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติ (ประเมินตามมาตรฐาน มพช.1350/2560) ค่า % Loss on drying ต้องไม่เกิน 10.0% v/w เป็นการประเมินปริมาณของสารที่สามารถระเหยได้ ซึ่งจะถูกขับออกมาภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสม (ชาคริต, ญัฐธร และอภิสิทธิ์, 2562) ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของสมุนไพรรวมผงสำเร็จรูป มพช.1441/2556 ระบุว่า ควรมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ส่วนค่า Solubility หรือยาที่ละลายได้เร็ว (Rapidly dissolving) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ยามีการปล่อยตัวยาลำคัญในตัวยาละลายได้ 85% หรือมากกว่าภายในเวลา 30 นาที นอกจากนี้ในเภสัชตำรับไม่ได้มีการกำหนดความแข็งที่แน่นอนของยาเม็ดไว้ แต่จะต้องศึกษาเพื่อหาความแข็งที่เหมาะสมของแต่ละสูตร โดยทั่วไปนิยมให้มีความแข็งประมาณ 5–8 กิโลปอนด์ ค่าการวัดความแข็ง

โดยทั่วไปเมื่อมีการใช้แรงตอกสูงขึ้น เม็ดยาที่ได้จะแข็งขึ้น เนื่องจากความแข็งของลักษณะที่เป็นเม็ดมีผลต่อการแตกตัวเป็นอย่างมาก โดยเม็ดยาทั่วไปควรมีความแข็งพอประมาณที่จะทำให้ไม่แตกหักระหว่างการพกพาหรือขนส่ง (สถาพร, 2548) ซึ่งยาเม็ดที่พัฒนาขึ้นจะต้องมีความกร่อนน้อยกว่าร้อยละ 1 (เซาวลิต และคณะ, 2557) โดยความกร่อนเป็นคุณสมบัติที่ชี้ถึงความสามารถในการทนต่อการกระแทกและเสียดสี (สถาพร, 2548)

การประเมินความคงสภาพในระยะสั้น 4 Cycles ของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาว พบว่า น้ำหนัก และ ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ Cycles รวมถึงกลิ่นที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย Cycles 2-4 ของสูตร D และ E มีกลิ่นที่อ่อนลงเล็กน้อย ส่วนสีและลักษณะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยผลการประเมินในสภาวะเร่งเป็นการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในสภาวะควบคุมที่สามารถเร่งการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น อุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่าปกติ โดยสภาวะการเก็บเหล่านี้จะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินสั้นลงเพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลเป็นอายุการเก็บในสภาวะปกติ (ขวัญฤทัย, 2560)

จากการประเมินความคงสภาพในระยะยาวของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาวทั้ง 5 สูตร เมื่อครบ 3 เดือน วัดค่าความกรดต่างที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่า มีค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ยของสูตร A-E เท่ากับ 5.71 ± 0.02 5.63 ± 0.03 และ 5.57 ± 0.03 ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานสมุนไพรชนิดผิวผสมกากกาแฟได้ระบุค่าความเหมาะสมของ pH ต้องอยู่ระหว่าง 3.50 ถึง 8 (ประเมินตามมาตรฐาน มพข.1350/2560) ค่าน้ำหนักโดยเฉลี่ยที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.91 ± 0.04 0.99 ± 0.02 และ 0.87 ± 0.03 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของความหนาและเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดพอกผิวจากสารสกัดใบเสม็ดขาวทั้ง 5 สูตรเกิดการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าความหนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อโดนความร้อนจะเกิดการแปรสภาพหรือเสื่อมสภาพ อาจทำให้มีลักษณะเปลี่ยนไป เช่น เมื่อยาวม หรือเม็ดยาเกาะกันเป็นก้อน ในขณะที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาน้อยลงเนื่องจากตัวยาหลายชนิดจะเกิดการแปรสภาพหรือเสื่อมสภาพเมื่อโดนความร้อนโดยตรง อาจทำให้มีขนาดที่เล็กลง แห้งหรือแตกหักได้ง่าย (โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์, 2565) ส่วนที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ผลิตภัณฑ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และลักษณะ พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมของทั้ง 3 อุณหภูมิ ซึ่งเภสัชภัณฑ์ที่มีความคงสภาพทางกายภาพ ต้องเป็นสูตรตำรับที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น ความแข็ง ความกร่อนและขนาดอนุภาค

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยสังเกตความสามารถในการจับ DPPH โดยพบว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมอยู่ที่ 6.02 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารตัวอย่าง จากรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า สารสกัดจากใบเสมีดขาวที่สกัดด้วยเอทานอล 95% มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระมีค่า IC_{50} เท่ากับ 82 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (กรกนก, 2568) แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวยังคงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าสารมาตรฐาน (กรดแอสคอร์บิก) และสารสกัดใบเสมีดขาว เนื่องจากมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่เป็นส่วนผสมในสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่เป็นสาเหตุของอาการติดเชื้อระบบผิวหนัง โดยใช้วิธี Broth dilution method ผลการวิจัย พบว่า ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดจากใบเสมีดขาวมีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ที่ยับยั้งเชื้อที่ได้ 32 8 และ 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MBC) ที่ฆ่าเชื้อได้ 32 32 และ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า สารสกัดจากใบเสมีดขาวด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% สามารถต้านเชื้อ *S. epidermidis* *P. Acnes* และ *M. furfur* โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งเชื้อได้ (MIC) เท่ากับ 0.25 0.50 และ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อได้ (MBC/MFC) เท่ากับ 4 0.50 และ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (กรกนก, 2568) แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาวยังคงมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราต่ำกว่าสารมาตรฐาน (Vancomycin Gentamicin Clotrimazole) และสารสกัดใบเสมีดขาว เนื่องจากมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่เป็นส่วนผสมในสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบเสมีดขาวยังคงมีฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา *S. epidermidis* *P. Acnes* และ *M. furfur* ที่มีคุณสมบัติในการรักษาการติดเชื้อผิวหนัง ผิ หรือแผลต่างๆ และสาเหตุที่ก่อให้เกิดสิว รวมถึงโรคกลากเกลื้อน นอกจากนี้ น้ำมันเสมีดขาวมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Aspergillus niger* กับ *Trichophyton mentagrophytes* และเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus* กับ *Streptococcus* sp. (อุไรวรรณ, อุดมลักษณ์ และประภัสสร, 2546)

จากการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังจากสารสกัดใบเสมีดขาว ที่ความเข้มข้น 0.0001 0.001 0.01 0.10 1 และ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กับเซลล์ Human Skin Fibroblast-hTERT (HSF) พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวหนังทุกความเข้มข้นไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HSF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่า

ความเข้มข้นของสารทดสอบที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ <0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งรายงานผลการวิจัยของเสม็ดขาวและเสม็ดแดงในตัวทำละลายเอทานอล พบว่า สารสกัดหยาบทั้ง 2 ตัวอย่าง ไม่ส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 โดยมีการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์ที่ 50% (IC_{50}) ที่ความเข้มข้นมากกว่า 200 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร (สุนันทา และลักษมี, 2564)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดพอกผิวกาย (สูตร A-E) มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม โดยมีค่าความเป็นกรดต่างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มพข.1350/2560 การประเมินความคงตัวในระยะสั้น 4 Cycles พบว่า น้ำหนักและค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ Cycles ในขณะที่กลิ่นมีการเปลี่ยนแปลง เฉพาะ Cycles 2-4 ของสูตร D และ E ส่วนสีและลักษณะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การประเมินความคงตัวในระยะยาวทั้ง 5 สูตร เมื่อครบ 3 เดือน พบว่า น้ำหนัก ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง มีการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิห้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยสี กลิ่น และลักษณะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมของทั้ง 3 อุณหภูมิ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายจากสารสกัดใบเสม็ดขาว มีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมอยู่ที่ 6.02 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารตัวอย่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อัดเม็ดพอกผิวกายจากสารสกัดใบเสม็ดขาวยังคงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (*S. epidermidis*, *P. Acnes* และ *M. furfur*) พบว่ามีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ที่ยับยั้งเชื้อที่ได้เท่ากับ 32 8 และ 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MBC) ที่ฆ่าเชื้อได้เท่ากับ 32 32 และ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และไม่พบความเป็นพิษต่อเซลล์ HSF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยทักษิณที่สนับสนุนทุนการพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ขอขอบคุณคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่อำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการต่างๆ และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรกนก บุญมาก, ศรายุทธ ชูประสิทธิ์, สุภาภรณ์ กำลังมาก, และยมล พัทธภักดิ์. (2568). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา และการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิมัลชันพอกผิวจากสารสกัดใบเสมาขาว. *PSRU Journal of Science and Technology*, 10(3), 1–14.
- ขวัญฤทัย กิ่งโสง. (2560). **พอลิเมอร์ที่ใช้ทางเภสัชกรรม (Pharmaceutical polymers)**. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จันทร์จิรา สวัสดิพงษ์. (2560). **ภัยเงียบทำร้ายผิวเจ้าฝุ่นจิ๋ว PM2.5**. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566, จาก <http://bit.ly/3aJnYvB>
- ชาคริต อาภาตั้งตระกูล, ณัฐพร เลหาทกุลวิวัฒน์, และอภิสิทธิ์ ตีตารงค์. (2562). **การพัฒนาสายสิ้นสมุนไพรอัดเม็ดและประเมินความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์สายสิ้นสมุนไพรอัดเม็ดในอาสาสมัคร** (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชาวลิต มณฑล, วรพรรณ สายงาม, จิระพรชัย สุขเสรี, และอภิรักษ์ สกุลปักข์. (2557). คุณสมบัติทางกายภาพของยาเม็ดจากสมุนไพร (ตำรับจิตรากรมณ์) ที่เตรียมด้วยวิธีแกรนูลเปียก. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 12(2), 159–166.
- ชวารี เจ๊ะอาแว, สุไฮน์ ซาเคร์, ปิยะนุช สุวรรณรัตน์, และศิริรัตน์ ศรีรักษา. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวจากเนื้อเมล็ดมะขาม. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 19(1), 135–146.
- ปาไลดา สุรินยา. (2565). **สครับผิว (ขัดผิว) คืออย่างไร**. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566, จาก <https://www.tmed.psu.ac.th/th/blog/309>
- พทุทธิกร ศุภพล, ลิดา ปรีดานนท์, วรณฤดี หิรัญรัตน์, และอัมภาวุธ หิรัญรัตน์. (2556). ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากราเอนโดไฟท์และพืชเจ้าบ้าน (บัวหลวง). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(1), 137–154.
- เพ็ญศรี อึ้งเจริญถาวร, นิสากร แซ่วัน, และกฤษฎา กิตติโกวิทนา. (2565). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากงาช้าง** (รายงานการวิจัย). เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- พิชญพงศ์ ศิริเดช. (2562). **องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและผลกระทบของน้ำมันเมล็ดชาต่อการแสดงออกของยีนตัวยาลหลักใน เชื้อ fluconazole-resistant *Candida albicans* ที่แยกได้ทางคลินิก**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสหเวชศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับโมเลกุลทางจุลชีววิทยาทางการแพทย์และวิทยาภูมิคุ้มกัน.
- โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. (2565). **เก็บยาอย่างไร ให้ยังคงคุณภาพ**. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2568, จาก <https://www.bumrungrad.com/th/health-blog/january-2020/how-to-store-your-medication>
- วรวิมล สมพิช, นิอาชีวะ สุธงส์, ปวีณธิดา วิชัยดิษฐ์, สุภาภรณ์ กำลังมาก, และยมล พัทธภักดิ์. (2567). การพัฒนาแผ่นแปะไฮโดรเจลรอบดวงตาจากสารสกัดตำรับยาห้ารส. *PSRU Journal of Science and Technology*, 9(3), 1–13.
- ศิริมา ปัญญาเมธิกุล. (2561). **ดราม่าเรื่อง PM 2.5 ตอน 1: ความเข้าใจพื้นฐาน**. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566, จาก <https://thaipublica.org/2018/04/air-pollution01/>

- สถาพร นิมกุลรัตน์. (2548). **เทคโนโลยีเภสัชกรรมไทย 3** (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลีปกร สวัสดิ์สุขโข, นักรบ นาคประสม, สมเกียรติ จตุรงค์ล้ำเลิศ, และชนวัฒน์ นิทัศน์วิจิตร. (2556). การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดสมุนไพรอัดเม็ดและการประเมินอายุการเก็บรักษา. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 27(1), 504–523.
- ลีปกร สวัสดิ์สุขโข. (2564). **การพัฒนาสูตรตำรับสมุนไพรอัดเม็ดที่มีการใช้สำหรับการผลิตน้ำมันในมารดาหลังคลอด**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่โจ้, คณะวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร.
- สุกะวระ ญะโกะ. (2560). **ผิวสวยใส ไร้สารพิษ**. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566, จาก <https://amarinbooks.com/product>
- สุนันทา ข้องสาย, และลักษมี วิทยา. (2562). **สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเสม็ดขาวและเสม็ดแดง** (รายงานการวิจัย). ตีพิมพ์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมณฑลศรีวิชัย.
- อัศพงษ์ อุประวรรณ. (2564). การผลิตเม็ดบีดรสขอมะม่วงโดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม. **วารสารวิจัยและพัฒนาโดยองค์กรในพระบรมราชูปถัมภ์**, 16(3), 41–56.
- อุไรวรรณ ตีลกคุณานันท์, อุตมลักษณ์ สุขอัฒตะ, และประภัสร รักถาวร. (2546). **การออกฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันเสม็ดขาวในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles**, 28(1), 25–30.
- Musta, R., Nurliana, L., Darlian, L., & Rudi, L. (2022). Kinetics Study of Antibacterial Activity of Cajuput Oil (*Melaleuca cajuputi*) on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus cereus*. **Current Applied Science and Technology**, 22(3), 1–10.
- Panida, B., Supaporn, L., Nowwapan, N., Takunrat, T., & Ubolwanna, S. (2016). **Effect of Drying Process on the Physicochemical Properties and Biological Activities of Enzymatic Protein Hydrolysate from Shiitake Mushroom** (Research report). Pathumthani: Thailand Institute of Scientific and Technological Research.