

บทที่ 5

อภิปรายผล

การสกัดสารจากเปลือกผลมังคุด, ใบโรสแมรี และใบแคลรี เสง

การสกัดสารจากเปลือกผลมังคุด, ใบโรสแมรีและใบแคลรี เสง ทำโดยวิธีการหมักและระเหยตัวทำละลายออกบางส่วน การสกัดหยาบนอกจากจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายแล้ว ยังสะดวกและง่ายในการนำไปใช้ เช่นเดียวกับการเตรียมยาพื้นบ้านที่เตรียมใช้เอง โดยการหมักหรือการฝนพืชผสมกับน้ำโดยตรง สารสกัดจากเปลือกผลมังคุดที่ได้มีสีแดงเข้ม ใส ไม่มีตะกอน มีกลิ่นเฉพาะตัวและไม่ละลายน้ำ และสารสกัดจากใบโรสแมรี และใบแคลรี เสง ที่ได้มีลักษณะขุ่นหนืด มีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิวของสารสกัดสมุนไพร

จากผลการทดลอง ค่า Inhibition zone ของสารสกัดมังคุด (MG) ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) มีค่าน้อยกว่าสารสกัดโรสแมรี (RE) และสารสกัดแคลรี เสง (CS) อาจเนื่องจากสารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญและฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดในสารสกัด MG มีโมเลกุลใหญ่ แอมกอสตินมีมวลโมเลกุล 410.47 กรัม ซึ่งมากกว่าสารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญและฆ่าเชื้อในสารสกัด CS และ RE จึงแพร่ผ่านเนื้อวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ ไปได้ยากกว่า ซึ่งสาร (-)-linalyl acetate ($C_{12}H_{20}O_2$) อยู่ในกลุ่ม monoterpenes ใน CS มีมวลโมเลกุล 196.30 กรัม และสาร rosmarinic acid ($C_{18}H_{16}O_8$) ใน RE มีมวลโมเลกุล 360.34 กรัม เป็นผลให้สารสกัด MG มี inhibition zone น้อยกว่า นอกจากนี้ความสามารถในการละลายน้ำที่ต่ำของสารแอมกอสติน จึงทำให้สารแพร่ผ่านเนื้อวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อได้ไม่ดี และเมื่อนำมาหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญ (MIC) และฆ่าเชื้อ (MBC) โดยวิธี Broth dilution method ต่อเชื้อทั้งสองชนิด กลับให้ผลที่ไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือทั้งค่า MIC และค่า MBC ต่อเชื้อทั้งสองชนิดของสารสกัด MG มีค่าน้อยที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 4.88 $\mu\text{g/ml}$ และ 9.77 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ รองลงมาคือสารสกัด CS มีค่า MIC และ MBC เท่ากัน คือ 78.13 $\mu\text{g/ml}$ สุดท้ายคือสารสกัด RE มีค่าเท่ากับ 156.25 $\mu\text{g/ml}$ และ 312.50 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ ในการศึกษาเป็นการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัด MG ในการต้านเชื้อเฉพาะเชื้อแกรมบวก คือ *P. acnes* และ *S. aureus* นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Sundaram BM และคณะ [8] พบว่าสารแอมกอสตินมีฤทธิ์ที่ดีต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและลบ คือเชื้อ *S. aureus*, *S. typhimurium*,

B. subtilis และ *P. aeruginosa* มีค่า MIC หาโดยวิธี tube dilution method อยู่ในช่วง 12.5 – 50 µg/ml และยังมีฤทธิ์ที่ดีต่อเชื้อรา ดังนี้เชื้อ *Epidermophyton floccosum*, *Alternaria solani*, *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. และ *Cunninghamella echinula* มีค่า MIC ต่อเชื้อราอยู่ในช่วง 1 – 5 mg/ml ซึ่งมีความเข้มข้นที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่าสารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญและฆ่าเชื้อในสารสกัด สามารถออกฤทธิ์ได้ดีกับแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบและเชื้อรา ในอนาคตข้างหน้าหากสามารถสกัดสารบริสุทธิ์ที่มีฤทธิ์ต่อเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวได้ก็จักเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนายาปฏิชีวนะ และที่สำคัญเป็นสารที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ของพืชที่หาง่ายในประเทศ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุดและลดต้นทุนการนำเข้าตัวยาปฏิชีวนะจากต่างประเทศในอนาคตลงได้

เมื่อนำสารสกัด MG ความเข้มข้น 4 เท่าของ MIC โดยเตรียมความเข้มข้นสุดท้าย เท่ากับ 19.52 µg/ml มาทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ โดยวิธี Time killing assay พบว่า สามารถฆ่าเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ได้ทั้งหมดภายในเวลา 8 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของ วัลลภา คงจันทร์มิตรกุล [12] ทดสอบหาเวลาในการฆ่าเชื้อของสารสกัดมังคุดโดยใช้สารสกัดเข้มข้น ¼ เท่าของ Inhibition Titer โดยเตรียมความเข้มข้นสุดท้าย เท่ากับ 1:25,600 พบว่าสารสกัดสามารถลดจำนวนเชื้อ *S. aureus* (ATCC 29213) ลงได้มากกว่ายาเจนตามัยซินที่เวลา 10 นาที และสามารถฆ่าเชื้อได้หมดภายในเวลา 30 นาที เท่ากับเวลาที่ยาเจนตามัยซินสามารถฆ่าเชื้อได้ ซึ่งเวลาในการฆ่าเชื้อ *S. aureus* ที่ต่างกันของสองการศึกษานี้ เป็นผลมาจากการที่ความเข้มข้นของสารสกัด MG ที่ใช้ทดสอบต่างกัน และเชื้อที่ทดสอบต่างสายพันธุ์

เมื่อนำ MG มาผสมกับ RE และ MG ผสมกับ CS ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าเวลาในการฆ่าเชื้อกลับไม่เร็วกว่าการทดสอบ MG เดี่ยวๆ ยกเว้นเมื่อผสม RE ในความเข้มข้น 4 และ 8 เท่า MIC ของ RE ก็ต้องใช้ความเข้มข้นของ RE สูงกว่า MG ถึง 32 เท่าและ 64 เท่า จึงจะให้ระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เทียบเท่าและเร็วกว่า MG เดี่ยวๆ ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ตามลำดับ การที่เวลาในการฆ่าเชื้อของสารสกัดไม่เร็วกว่า MG เดี่ยวๆ อาจเป็นผลมาจากการที่สารสกัดมังคุดมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่ต่ำมาก โดยใช้ความเข้มข้นที่ต่ำมาก เมื่อนำสารสกัดมาเตรียมความเข้มข้นเป็น 4 เท่าของ MIC ฤทธิ์ของ MG จึงไปบดบังฤทธิ์ของสารสกัดอื่น และการผสมสารสกัดอื่นอาจไม่มีความจำเป็น เนื่องจากสารสกัดมังคุดมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่ต่ำมากอยู่แล้ว

ในการผสม MG กับ CS พบว่า ที่ความเข้มข้นของ CS เป็น -8 เท่า MIC หรือ 1 ส่วน 8 เท่า MIC คือ ที่ความเข้มข้นของ MG : CS เท่ากับ 19.52 : 9.77 µg/ml จะให้เวลาในการฆ่าเชื้อทั้งสอง เท่ากับ MG เดี่ยวๆ ส่วนในอัตราส่วนอื่นๆ ความเร็วในการฆ่าเชื้อลดลง จึงเลือกอัตราส่วนความเข้มข้นนี้มาพัฒนาต่อไป

การเตรียมผลิตภัณฑ์เจล และยาน้ำใสจากสารสกัดพืชสมุนไพร

ในการเตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบเจลและยาน้ำใสจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นส่วนประกอบ แต่เนื่องจาก สารสำคัญของสารสกัดมังคุดมีคุณสมบัติละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์, อีเทอร์, อะซีโตน, เอทิล อะซีเตท และ คลอโรฟอร์ม จึงมีการใช้ตัวทำละลายร่วมเข้ามาช่วย โดยได้มีการศึกษาของวรินทร์ เดชะรินทร์และคณะ ปี พ.ศ. 2545 ทดลองหาวิธีเพิ่มการละลายของสารแมงโกสติน โดยใช้ตัวทำละลายร่วม 1 ชนิด พบว่า ลำดับความสามารถของตัวทำละลายร่วมที่สามารถเพิ่มการละลายของสารแมงโกสตินโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ แอลกอฮอล์ USP > โพรพิลีนกลัยคอล ~ โพลีเอทิลีนกลัยคอล 400 > กลีเซอริน ~ ซอร์บิทอล (~ คือ มีค่าใกล้เคียงกัน) ในการตั้งตำรับหากมีการใช้แอลกอฮอล์ในความเข้มข้นสูงอาจก่อให้เกิดการระคายเคือง และทำให้ผิวหนังแห้ง จึงต้องหาตัวทำละลายร่วม เพื่อช่วยในการละลายของสารแมงโกสติน ในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้เอทานอลและโพรพิลีนกลัยคอลเป็นตัวทำละลายร่วมกัน ถึงแม้ว่าโพรพิลีนกลัยคอลจะมีคุณสมบัติในการเป็นตัวทำละลายร่วมที่ดี ทั้งยังเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้น แต่การใช้โพรพิลีนกลัยคอลในปริมาณมาก จะเพิ่มความเหนียวเหนอะหนะเมื่อทา [36, 77] ผลิตภัณฑ์เจลจึงเลือกตำรับที่ใช้ตัวทำละลายไม่มากเกินไป แต่ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจไม่ใสมากนัก ส่วนในผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสตำรับที่เลือก ได้ใช้ตัวทำละลายร่วมเป็นเอทานอลและโพรพิลีนกลัยคอลในอัตราส่วนเช่นเดียวกับในรูปแบบเจล แต่ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสประกอบไปด้วยสารสกัดมังคุดในปริมาณที่น้อยกว่าจึงมีความใสมากกว่าผลิตภัณฑ์เจล

ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด

การเตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบเจล เลือกใช้ คาร์โบพอล อังเทรต 21 เป็นสารก่อเจล เนื่องจากเมื่อใช้ HPMC เจลที่ได้มีความเหนียวเหนอะหนะ และเกิดเป็นปื้นขาวติดผิวหนังหลังทา และ คาร์โบพอล อังเทรต 21 สามารถละลายน้ำ แล้วก่อเจลได้เร็ว ได้เจลที่ใส พองตัวง่าย ประหยัดเวลาในการเตรียม เมื่อเทียบกับ คาร์โบพอล 941 ในการใช้ คาร์โบพอลเป็นสารก่อเจล ได้มีการนำไตรเอทาโนลามีนมาสะเทินพอลิเมอร์ เพื่อให้ได้เจลที่หนืดและใส โดยควบคุมค่าความเป็นกรดด่าง ประมาณ 5.5 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับผิวหนัง และสารสกัดมังคุดมีความคงตัวดีในสภาพที่เป็นกรดอ่อนๆ เมื่อพัฒนาตำรับ พบว่าตำรับที่เลือก คือตำรับ 15J ซึ่งให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อในความเข้มข้นที่ต่ำ สีของผลิตภัณฑ์สวยงามน่าใช้ ใช้ปริมาณแอลกอฮอล์ในปริมาณที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความใสระดับหนึ่ง ไม่เป็นตะกอน ส่วนตำรับที่มีการเติมสารสกัดแคลรีเสจ ไม่นำมาศึกษาต่อ เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์มีสีเขียวเข้ม ไม่น่าใช้

ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด

มีการเลือกใช้ เอทานอลและโพรพิลีนกลัยคอล ช่วยในการละลายของสารสกัดมังคุด และช่วยให้รู้สึกเย็นเมื่อทา และมีความติดผิวที่ดีขึ้น โพรพิลีนกลัยคอลยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ติดผิวได้ดี หลังทาผิวเมื่อน้ำและแอลกอฮอล์ระเหย จะยังคงเป็นฟิล์มบางๆ บนผิวทำให้การซึมเข้าสู่ผิวหนัง รุ่มขนดีขึ้น ตำรับที่เลือก คือ 9S เพื่อนำไปศึกษาต่อ ในตำรับนี้ใช้เอทานอลและโพรพิลีนกลัยคอล ในอัตราส่วน 20 : 15 % ตำรับที่ได้ใส และฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย ให้ค่า MIC ที่ต่ำ ใกล้เคียงกับ MIC ของผลิตภัณฑ์เจล โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดมังคุดเพียง 0.05%

การทดสอบฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์รูปแบบคล้ายกันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เมื่อทดสอบหา MIC และ MBC ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ของผลิตภัณฑ์เจลมังคุดและยาน้ำใสมังคุดเปรียบเทียบกับ Benzoyl peroxide gel และ Clindamycin solution พบว่าผลิตภัณฑ์จากมังคุดทั้งสองตำรับให้ค่า MIC ที่ต่ำกว่า Benzoyl peroxide gel ต่อเชื้อทั้งสอง แต่สำหรับ Clindamycin solution พบว่า มีค่า MIC และ MBC ต่ำกว่าทุกผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ แต่ค่า MIC ห่างจาก MBC มาก ห่างเกินกว่า 4 หลอดทดลอง (8 เท่า dilution) ซึ่งมีฤทธิ์เพียงการยับยั้งเชื้อ (bacteriostatic) แต่ Clindamycin solution มีการออกฤทธิ์แบบ concentration-dependent activity ซึ่งฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณยาที่สูงขึ้น ทำให้ Clindamycin มีการออกฤทธิ์ได้ทั้งแบบยับยั้งการเจริญและแบบฆ่าเชื้อ [78]

การทดสอบความคงสภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์เจล และยาน้ำใสจากสารสกัดพืชสมุนไพร

การทดสอบความคงสภาพเบื้องต้นของสารสำคัญแมงโกสติน (mangostin) ในสารสกัดมังคุด วิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง มีปริมาณแมงโกสตินเพิ่มขึ้น จาก 9.49 ± 0.54 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เมื่อเตรียมผลิตภัณฑ์เสร็จ เป็น 9.87 ± 1.26 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิร้อน (45°C) - เย็น ($4-8^{\circ}\text{C}$) สลับกัน 6 รอบ เป็นผลมาจากในสารสกัดมังคุดที่ทดสอบได้เตรียมที่ความเข้มข้น 1% ในเอทานอล เนื่องจากเอทานอลมีจุดเดือดต่ำ (ประมาณ 78°C) เมื่อต้องผ่านความร้อน ทำให้เอทานอลในสารสกัดระเหย ขณะที่ในผลิตภัณฑ์เจลและยาน้ำใสมิมีการเพิ่มตัวทำละลายร่วม ทำให้เอทานอลระเหยน้อยกว่าสารสกัดมังคุด

จากการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้นและระยะยาวของสารสกัดและผลิตภัณฑ์ พบว่าความไม่คงสภาพที่สังเกตได้ คือ มีสีเข้มขึ้นทั้งสารสกัดและผลิตภัณฑ์ ในอุณหภูมิ 30°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% และ 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% อาจเนื่องจากสารแมงโกสตินในสารสกัดเปลือก

มั่งคุดมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มไฮดรอกซิล ซึ่งไวต่อการสลายตัวด้วยน้ำ (hydrolysis) และมีคุณสมบัติเป็นตัวจับกับไอออนของโลหะ (metal ion chelators) แล้วเกิดเป็นสารเชิงซ้อนที่มีสีเข้มขึ้น นอกจากนี้ในสารสกัดเปลือกมังคุดประกอบด้วยแทนนิน มีคุณสมบัติเป็นตัวจับกับไอออนของโลหะ เกิดเป็นสารเชิงซ้อนที่มีสี และแทนนินสามารถดูดซับออกซิเจนแล้วมีสีคล้ำขึ้น โดยมีอุณหภูมิเป็นตัวเร่งให้เกิดได้เร็วขึ้น [35, 79-80] ในการทดสอบความคงสภาพระยะยาว นอกจากเรื่องของสีแล้ว ผลที่ได้ คือ ผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ต้านเชื้อไม่เปลี่ยนแปลง คือ ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) มีค่า MIC ต่อเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) เท่ากับ 13.95 µg/ml และผลิตภัณฑ์ยาน้ำสมุนไพร มีค่า MIC เท่ากับ 14.219 µg/ml ยกเว้นผลิตภัณฑ์เจลที่บรรจุในหลอดพลาสติก ค่า MIC เพิ่มขึ้น 1 dilution ในเดือนที่ 6 ซึ่งในการทดลองผลอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ 1-2 dilution จึงถือได้ว่าฤทธิ์ต้านเชื้อไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวัลลภา คงจันทร์มิตรกุล ได้เตรียมตำรับยาพ่นคอจากสารสกัดเปลือกผลมังคุดที่ความเข้มข้น 0.25%, 0.5% และ 1% มีความคงสภาพการต้านเชื้อ *S. aureus* ATCC 29213 และ *S. pyogenes* แม้จะเก็บที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 4 เดือน [12] นอกจากนี้ความใสของผลิตภัณฑ์เจลมังคุด คือ +3 ความใสคงเดิม ผลิตภัณฑ์ยาน้ำสมุนไพรมังคุดไม่มีตะกอน ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์เจลมังคุดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.58-5.77 และผลิตภัณฑ์ยาน้ำสมุนไพร มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.43-6.97 ความหนืดของผลิตภัณฑ์เจล ลดลงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% และ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

ในการทดสอบความคงสภาพระยะยาว แล้ววิเคราะห์หาอายุของผลิตภัณฑ์ พบว่า เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของผลิตภัณฑ์เจล ที่บรรจุในหลอดพลาสติกไม่คงตัวกว่าผลิตภัณฑ์อื่น เวลาในการสลายตัว 10% ลดลงมาก เหลือเพียง 41.05 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เจล ที่บรรจุในขวดแก้ว เป็น 150.53 วัน เป็นผลจากการที่ภาชนะที่บรรจุที่ต่างกัน ภาชนะบรรจุแบบหลอดพลาสติกส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวน้อยกว่าในแบบขวดแก้วซึ่งมีฝาปิดสนิท ภาชนะบรรจุแบบหลอดพลาสติกกันความชื้นได้น้อย ไม่ทนความร้อน อาจปลดปล่อยสารบางอย่างที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ได้ เมื่อเปรียบเทียบการทดสอบที่อุณหภูมิ 4 °C พบว่า ผลิตภัณฑ์ยาน้ำสมุนไพรมีเวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% น้อยที่สุด คาดว่าเป็นผลมาจากเรื่องของความเป็นกรด-ด่าง โดยดูจากค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ยาน้ำสมุนไพร เมื่อเตรียมเสร็จ มีค่า 6.34 ขณะที่ผลิตภัณฑ์เจลเตรียมให้มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่คงสภาพ

อุณหภูมิอาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่เตรียมตั้งแต่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ จนถึงทำให้สารสำคัญเสื่อมเสียคุณภาพหรือสูญหายไป โดยเฉพาะถ้าภาชนะที่นำมาบรรจุนั้นสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่ายๆ หรือปิดฝาได้ไม่สนิทก็จะเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นไปได้เร็วยิ่งขึ้น ภาชนะบรรจุที่ดีถึงแม้จะสามารถป้องกันสิ่งเหล่านี้ได้บ้างแต่ก็เฉพาะสำหรับการเก็บไว้ในระยะเวลาไม่นาน วิธีป้องกันที่ดีที่สุดก็คือ การจัดเก็บยาเหล่านี้ไว้ในสถานที่ที่เย็นๆ หากต้องโดนกับความร้อน หรือ อุณหภูมิสูง ๆ ก็อาจป้องกันได้โดยห่อหุ้มด้วยภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน เช่น Plastic forms พบว่าภาชนะที่ทำจาก High density polyethylene และ polypropylene สามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอควร นิยมนำมาเป็นภาชนะบรรจุยา มากกว่า polyvinyl chloride (PVC) เนื่องจาก PVC มีความทนทานต่ออุณหภูมิได้น้อยกว่า เกิดการ degradation ได้ โดยในกระบวนการผลิต PVC อาจต้องเติมพวก Additives เช่น Stabilizer, Anti-oxidants, Lubricants, Fillers และ Pigments และสำหรับ Flexible grades จะมีพวก Plasticizers อยู่ด้วย เพราะฉะนั้นในการใช้ PVC เป็นภาชนะสำหรับบรรจุจึงควรระมัดระวังให้มาก เพราะ additives เหล่านี้อาจหลุดออกมาเจือปนอยู่กับยาที่บรรจุอยู่ได้ [81,82]

การทดสอบการระคายเคืองผิวหนังเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นในสัตว์ทดลองและอาสาสมัคร

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เจลมิงคุดและขาน้ำส้มมิงคุดมาทดสอบการระคายเคืองผิวหนังเบื้องต้นในสัตว์ทดลอง พบว่าทุกตำรับไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง คะแนนการระคายเคืองต่อผิวหนังมีค่าไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง จึงได้นำผลิตภัณฑ์มาทดสอบต่อในอาสาสมัคร หลังจากที่ได้รับเอกสารรับรองโครงการศึกษาวิจัยในมนุษย์ โดยคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิ สวัสดิภาพและป้องกันอันตรายในการวิจัยกับมนุษย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ภาคผนวก จ) เรียบร้อยแล้ว และอาสาสมัครยินยอมเข้าร่วมวิจัย ทำการทดสอบโดยใช้แผ่นแปะ Hill Top 25 มม. Chamber ซึ่งเป็นแผ่นแปะสำเร็จรูป ใช้สารทดสอบใส่ในแผ่นแปะตามปริมาณที่กำหนด ซึ่งแผ่นแปะนี้ใช้สะดวกและง่ายในการทดสอบ พบว่าทุกตำรับไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองในอาสาสมัคร คะแนนการระคายเคืองต่อผิวหนังมีค่าไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง

การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเปลือกมังคุด

การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์ ในเรื่องของสี กลิ่น ลักษณะเนื้อ การซึมซาบผิว และการกระจายตัวเมื่อทา พบว่าผลิตภัณฑ์เจลได้รับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี ส่วนผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากคะแนนในเรื่องของกลิ่นที่ทุนของแอลกอฮอล์ ทำให้อาสาสมัครให้คะแนนผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสน้อยกว่าด้านอื่นๆ ในงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้สารแต่งกลิ่น เนื่องจากเริ่มแรกจะใช้สารสกัดจากพืชที่มีกลิ่น คือโรสแมรี่และแคลรี เสง มาช่วยแต่งกลิ่นและช่วยเพิ่มฤทธิ์ของสารสกัดมังคุด แต่ผลการศึกษาที่ได้ ในความเข้มข้นของสารสกัดที่เลือกใช้ นอกจากจะไม่ช่วยเพิ่มฤทธิ์แล้วยังทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดแคลรี เสง มีสีเขียวเข้มไม่น่าใช้ และหากมีการเลือกใช้พืชในรูปของน้ำมันหอมระเหยมาช่วยแต่งกลิ่น อาจส่งผลต่อการระคายเคืองต่อผู้ใช้ และทำให้ในการเตรียมต้องมีการเพิ่มสารอื่นอีกเพื่อช่วยให้น้ำมันเข้ากับตำรับ ซึ่งอาจส่งผลต่อฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย