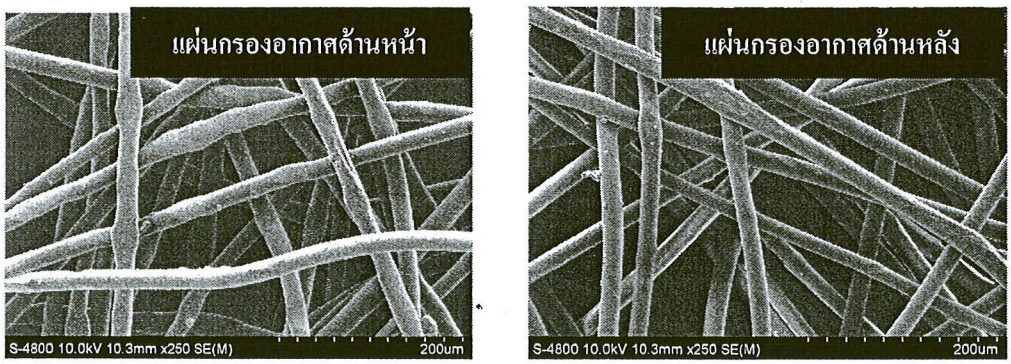
บทที่ 4

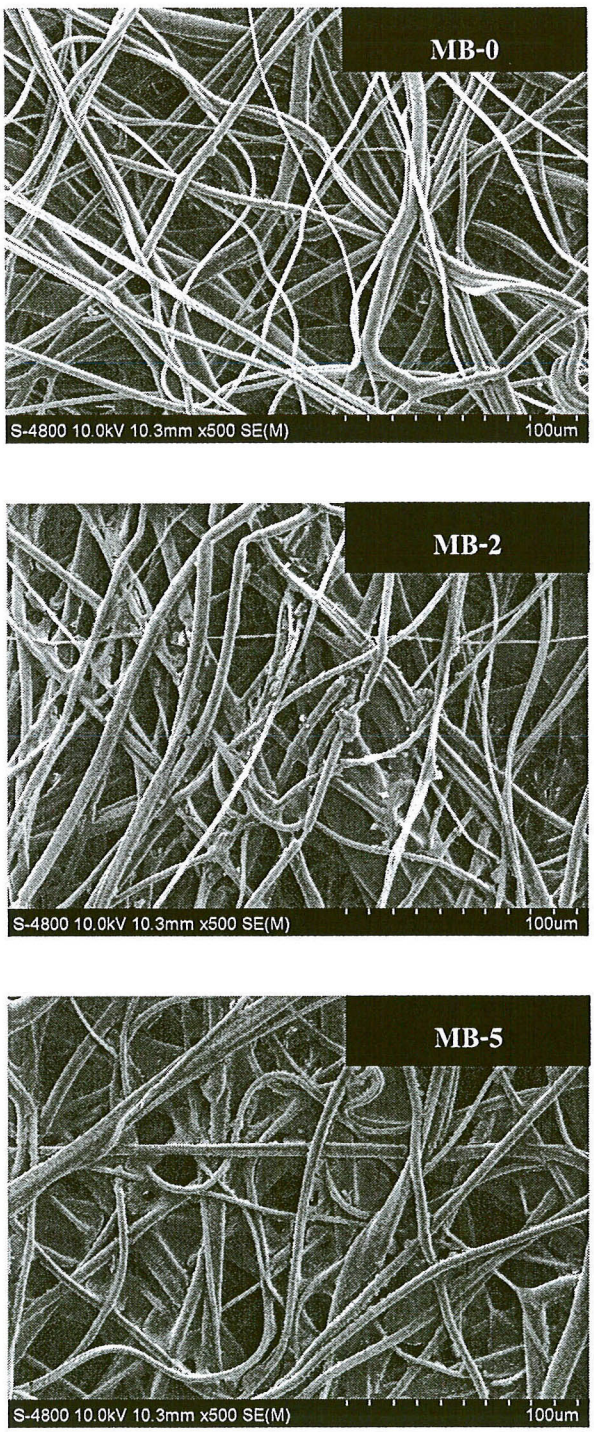
วิจารณ์และวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นกรองอากาศ

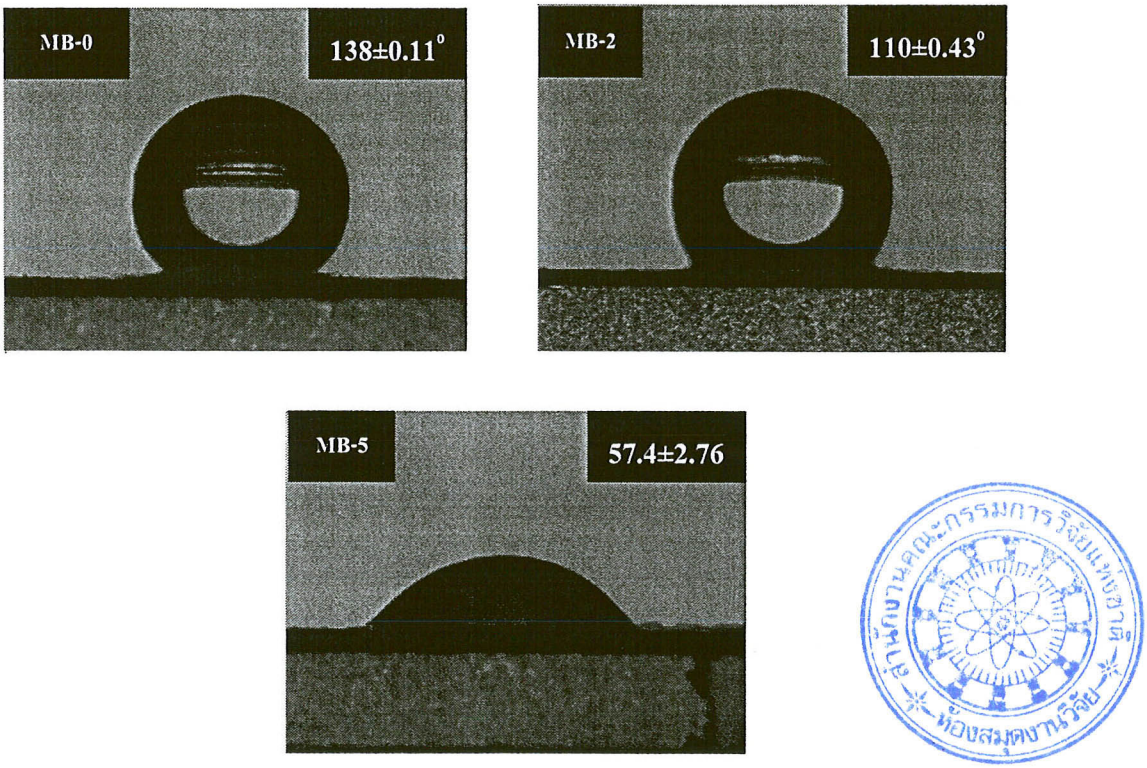
จากการศึกษาสภาพพื้นผิวของแผ่นกรองอากาศพบว่า แผ่นกรองอากาศด้านหลังและด้านหลัง ซึ่งทำมาจากวัสดุประเภท polypropylene สปันบอนด์ ดังแสดงใน **รูปที่** 6 มีขนาดเส้นใยขนาดใหญ่ (ประมาณ 20 ไมครอน) เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นกรองอากาศชั้นกลางที่ทำมาจาก polypropylene melt-blown filter (ประมาณ 5 ไมครอน) โดยแผ่นกรองชั้นกลางนี้มีขนาดเส้นใยขนาดเล็ก โดยมีความสำคัญ คือ เป็นส่วนของชั้นที่มีหน้าที่หลักในการกรองอนุภาคต่างๆ ซึ่งการนำแผ่นกรองอากาศชั้นกลางมาผ่านกระบวนการพ่น[13] เคลือบเส้นใยด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีความเข้มข้น 2 (MB-2) และ 5 % (w/v) (MB-5) ส่งผลให้ขนาดของเส้นใยมีขนาดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 5.30-5.62 ไมครอนและมีค่าสมบัติการเปียกผิว(wettability) สูงขึ้น(มีความเป็น hydrophilicity สูงขึ้น) ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** และ**รูปที่ 8**



รูปที่ 6 แสดงลักษณะพื้นผิวของแผ่นกรองกาอาศด้านหน้าและด้านหลังสำหรับใช้ทำหน้ากากอนามัย



รูปที่ 7 แสดงลักษณะพื้นผิวของแผ่นกรองที่ผ่านกระบวนการพ่นเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 0% (บน) , 2% (กลาง) และ 5% (ล่าง)

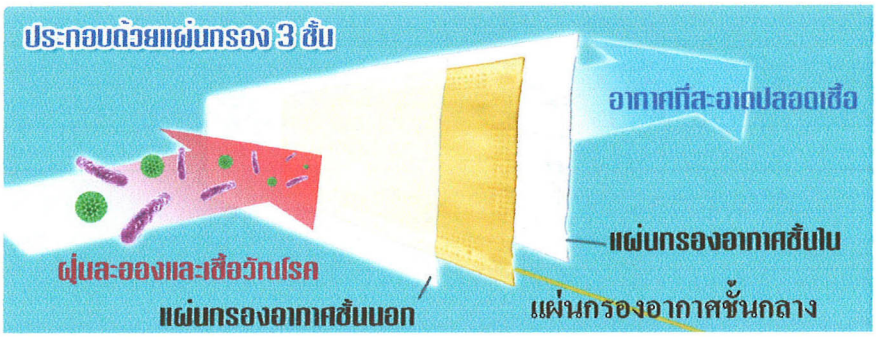


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 8 แสดงค่า water contact angle ของผิวแผ่นกรองอากาศชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติทางกายภาพของแผ่นกรองอากาศ

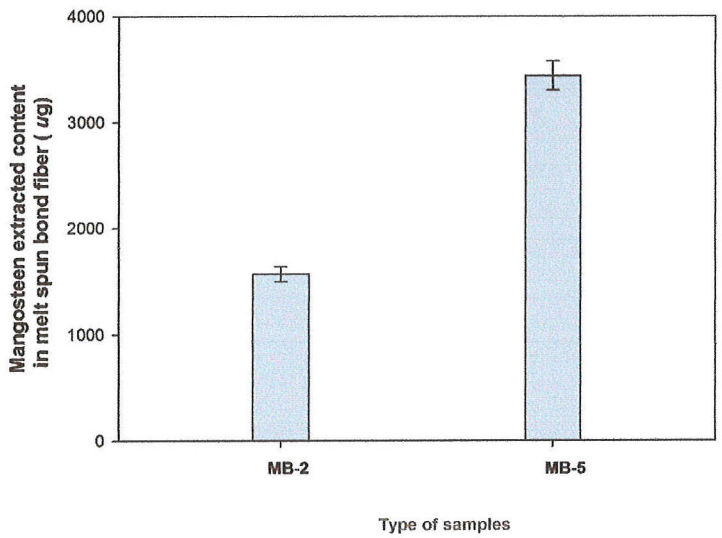
ลำดับ	ชนิด	ขนาดเส้นใยเฉลี่ย (μm)	Water contact angle °
1	แผ่นกรองด้านหน้า (spun bond 14 g/m^2)	20.88±2.79	-
2	แผ่นกรองด้านหลัง (spun bond 30 g/m^2)	20.81±3.12	-
3	MB-0	5.30±2.16	138±0.11
4	MB-2	5.40±2.15	110±0.43
5	MB-5	5.62±1.48	57.4±2.76



รูปที่ 9 ส่วนประกอบของหน้ากากอนามัยซึ่งประกอบด้วยแผ่นกรองอากาศ 3 ชั้น

3.2 ผลการศึกษาปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุดและปริมาณสารสำคัญบนแผ่นกรองอากาศ

จากศึกษาปริมาณสารสกัดที่เคลือบอยู่บนผิวของแผ่นกรองโดยใช้เครื่อง UV วัดค่า absorbance ที่ 318 nm สำหรับในสารละลาย P/T/M และ ที่ 319 nm (สีเหลืองของอนุพันธ์ของ Xanthone) สำหรับสารละลาย A/T/M จากผลการทดลองพบว่า แผ่นกรองอากาศชนิด MB-2 และ MB-5 ในเอธานอลโดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยการทำการสุ่มตัวอย่างของแผ่นกรองอากาศที่มีพื้นที่ผิว 1.76 ตารางเมตร ทุกๆ ระยะ 20 เซนติเมตร พบว่ามีปริมาณสารสกัดบนเท่ากับ 1,569.79 ± 69.69 และ 3,437.95 ± 137.70 ไมโครกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ **10** ซึ่งพบว่าปริมาณสารสกัดที่เคลือบอยู่บนผิวในแต่ละตำแหน่งของแผ่นกรองอากาศนั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าเครื่องพ่นสารสกัดสมุนไพรสามารถพ่นเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดลงบนแผ่นกรองอากาศได้อย่างทั่วถึง



รูปที่ 10 แสดงปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่อยู่บนเส้นใยของแผ่นกรองอากาศ

สำหรับการศึกษาปริมาณสารสำคัญ (α-mangostin และ γ-mangostin) ที่เคลือบอยู่บนผิวของแผ่นกรองอากาศชั้นกลางโดยใช้ เทคนิค HPLC พบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุดโดยวิธีการสกัดของ รศ.ดร.สุนิตย์ สุขสำราญและคณะที่ทำการสกัดโดยใช้ EtOH เป็นตัวทำละลายนั้น มีปริมาณ α-mangostin สูงถึง 46.36% และ γ-mangostin 5.45% ของน้ำหนักสารสกัดที่ได้

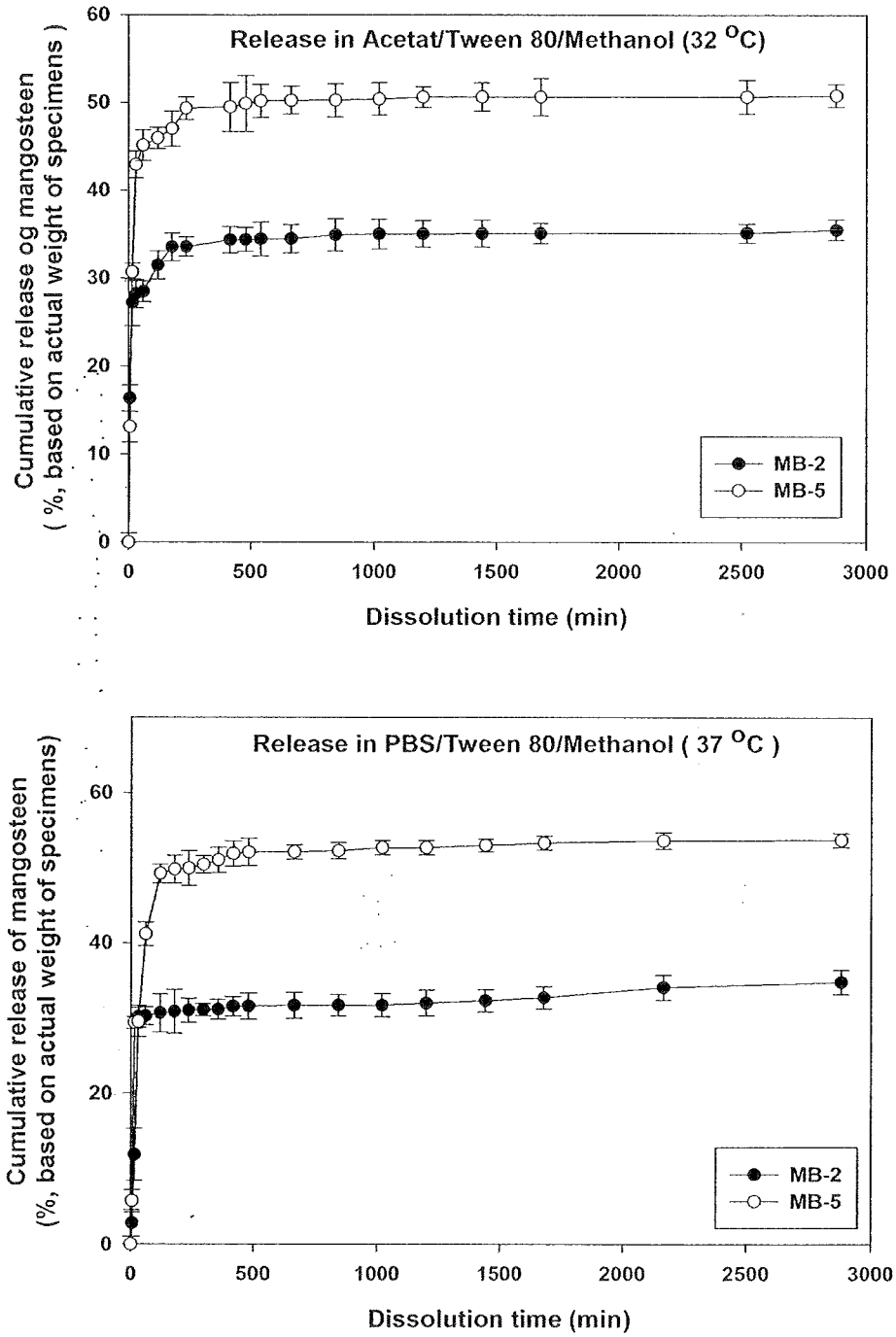
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณสาร α - และ γ -mangostins ในตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ

สารสำคัญ	ปริมาณสารสำคัญในสารสกัด (กรัมต่อกรัมของสารสกัด)	
	MB-2	MB-5
α-mangostin	0.02114 ± 0.0027	0.03624 ± 0.0092
γ-mangostin	0.00178 ± 0.0001	0.00334 ± 0.0021

เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวมาทำการพ่นเคลือบบนผิวของแผ่นกรองอากาศ ทำให้ได้ปริมาณสาร α-mangostin และ γ-mangostin ดังแสดงใน **ตารางที่ 3** และ **ตารางที่ 10** ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผ่นกรองอากาศที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด 5% (w/v) มีปริมาณของสารดังกล่าวสูงกว่า แผ่นกรองที่เคลือบด้วยสารสกัด 2% (w/v)

3.3 ผลการศึกษาด้านการปลดปล่อยของสารสกัดจากเปลือกมังคุด

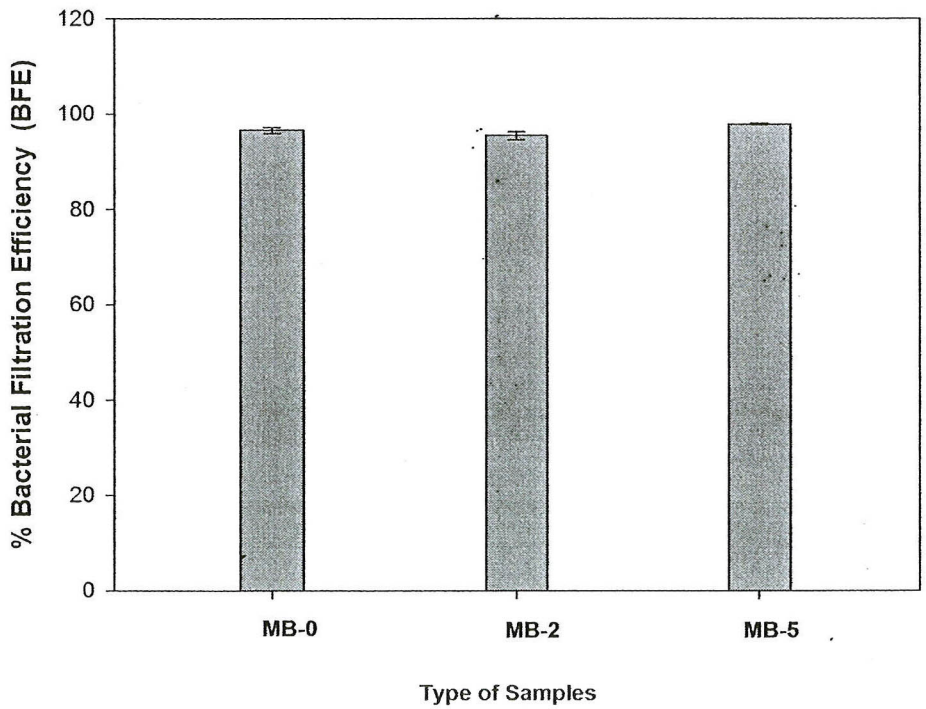
การวัดปริมาณการปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีอยู่บนแผ่นกรองอากาศชนิด MB-2 และ MB-5 ใน Acetate buffer/Tween 80/Methanol (32 °C) ที่ 318 nm และ Phosphate buffer/Tween 80/Methanol (37°C) ที่ 319 nm พบว่า แผ่นกรองอากาศชนิด MB-5 จะเกิดการปลดปล่อยที่เร็วและปริมาณมากกว่า ณ ช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ใส่ในเส้นใยมากกว่าและการปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดในสารละลาย P/T/M จะให้ปริมาณมากกว่า เนื่องจากอุณหภูมิและ pH สูงกว่า ซึ่งจะเห็นได้ว่า ณ เวลา 250 นาที สารสกัดจากเปลือกมังคุดจะเกิดการปลดปล่อยออกมาคงที่โดยมีปริมาณประมาณ 50% ในสารละลาย P/T/M แต่ที่ช่วงเวลาเดียวกันในสารละลาย A/T/M สารสกัดจากเปลือกมังคุดเกิดการ ปลดปล่อยออกมาเพียง 45% เท่านั้นเอง ลักษณะการปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดได้แสดงดัง**รูปที่ 11** แต่อย่างไรก็ดีกระบวนการพ่นเคลือบสารสกัดที่ผิวจะมีพฤติกรรมการปลดปล่อยสารสกัดออกมาเร็วกว่าวิธีที่ผสมสารสกัดลงไปในเนื้อของวัสดุ ดังงานวิจัยที่ผ่านมาในการผสมสารสกัดจากเปลือกมังคุดลงในเส้นใยพอลิแลกติกแอซิดระดับนาโน



รูปที่ 11 แสดงลักษณะการปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีอยู่บนผิวของแผ่นกรองอากาศ ก) การปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดใน Acetate buffer/Tween 80/Methanol (32 °C) และ ข) การปลดปล่อยสารสกัดจากเปลือกมังคุดใน Phosphate buffer/Tween 80/Methanol (37°C)

4.4 ผลการประสิทธิภาพการกรอง

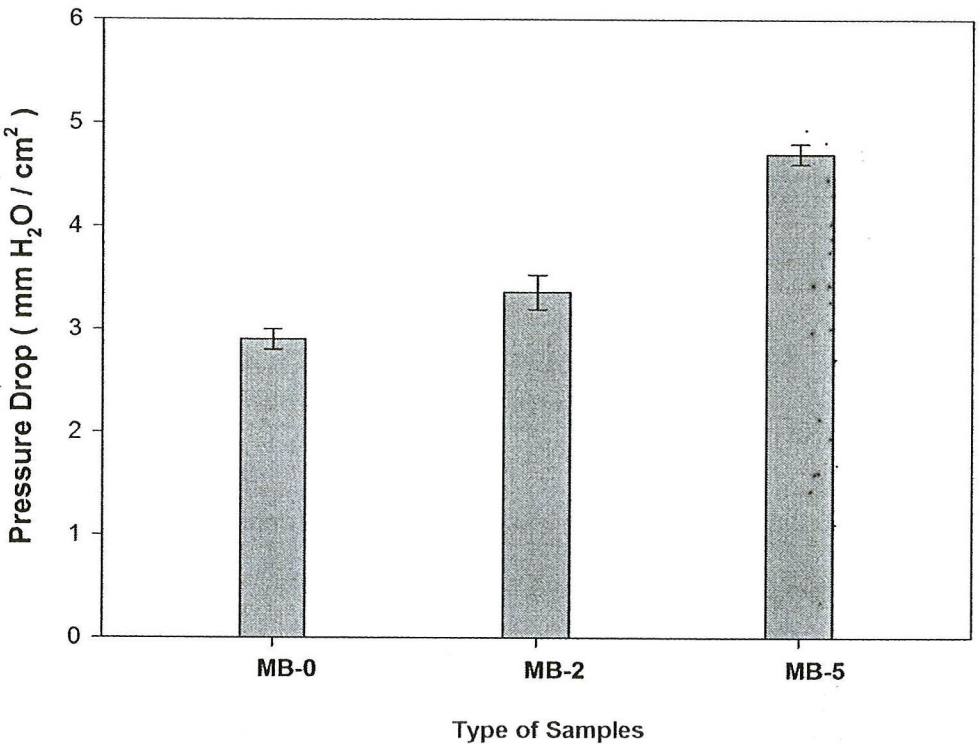
การพัฒนาแผ่นกรองอากาศให้มีประสิทธิภาพนั้น ตัวแปรที่สำคัญของการออกแบบ คือ ความสามารถในการกรองเชื้อแบคทีเรีย (BFE) และอนุภาคฝุ่นละอองและค่าความดันคร่อม(delta P) โดยสำหรับการทดสอบดังกล่าวจะนำแผ่นกรองชั้นด้านหน้า ชั้นกลาง(ชั้นที่มีการพ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุดเคลือบอยู่) และชั้นสุดท้าย มาเย็บติดกันด้วยความร้อนตามลำดับ จากนั้นจะนำไปเข้าสู่กระบวนการทดสอบโดยห้องทดสอบของ NELSON LAB โดยทำกาทดสอบตามมาตรฐาน ASTM F2100 จากผลการทดลองพบว่าแผ่นกรองอากาศที่มีแผ่นกรองชั้นกลางที่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด 0% 2% และ 5% มีค่าประสิทธิภาพการกรองเท่ากับ 96.54 ± 0.61 95.38 ± 0.78 และ 97.88 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงไว้ใน**รูปที่ 12** จะเห็นได้ว่าการพ่นสารสกัดลงบนแผ่นกรองอากาศชั้นกลางนั้น ทำให้ประสิทธิภาพการกรองเชื้อแบคทีของแผ่นกรองอากาศมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักและยังอยู่ในค่ามาตรฐานสากล คือ มีค่า BFE สูงกว่า 95%



รูปที่ 12 แสดงประสิทธิภาพการกรองเชื้อแบคทีเรียของแผ่นกรองชนิดต่างๆ

จากผลการทดสอบค่า Pressure drop (delta P) ดังแสดงไว้ใน**รูปที่ 13** ของชุดแผ่นกรองอากาศที่มีชั้นกลางเคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกชนิด MB-0 MB-2 และ MB-5 มีค่าเท่ากับ 2.90 ± 0.1 3.36 ± 0.16 และ 4.7 ± 0.1 mmH_2O / cm^2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อ

พ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ ค่า delta P มีค่าสูงขึ้น เนื่องมาจากเส้นใยสปันบอนด์ที่ถูกเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 2% และ 5% ส่งผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยมีขนาดใหญ่ขึ้นอากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างเส้นใยได้ยากขึ้น ค่า delta P จึงมีค่าสูงขึ้นนั่นเอง แต่อย่างไรก็ดีค่า delta P ดังกล่าวยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ อยู่ระหว่าง 2-6 mmH_2O / cm^2 (อ้างอิงตามผลิตภัณฑ์ของบริษัท 3M) ซึ่งถ้าหากค่า pressure มีค่าสูงมากเกินไปจะทำให้ผู้สวมใส่หน้ากากรู้สึกหายใจไม่สะดวก (breathability)



รูปที่ 13 แสดงค่าความดันคร่อมของแผ่นกรองชนิดต่างๆ

ดังนั้นอาจกล่าวสรุปได้ว่าการนำแผ่นกรองอากาศที่ทำจาก polypropylene melt spun bond และเคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นต่างๆ มีประสิทธิภาพในการกรองแบคทีเรียและค่า breathability อยู่ในช่วงที่ได้มาตรฐานสากลของอุตสาหกรรมการผลิตหน้ากากอนามัย

4.5 ผลการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั่วไปและเชื้อวัณโรค

เพื่อเป็นการยืนยันว่ากระบวนผลิตแผ่นกรองอากาศสำหรับหน้ากากอนามัยด้วยกระบวนการพ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุดลงบนผิวของวัสดุสามารถฆ่าเชื้อและยับยั้งแบคทีเรียชนิดธรรมดา(*E.coli* และ *S.aureus*)และเชื้อ MDR-TB ซึ่งเป็น mycobacterium

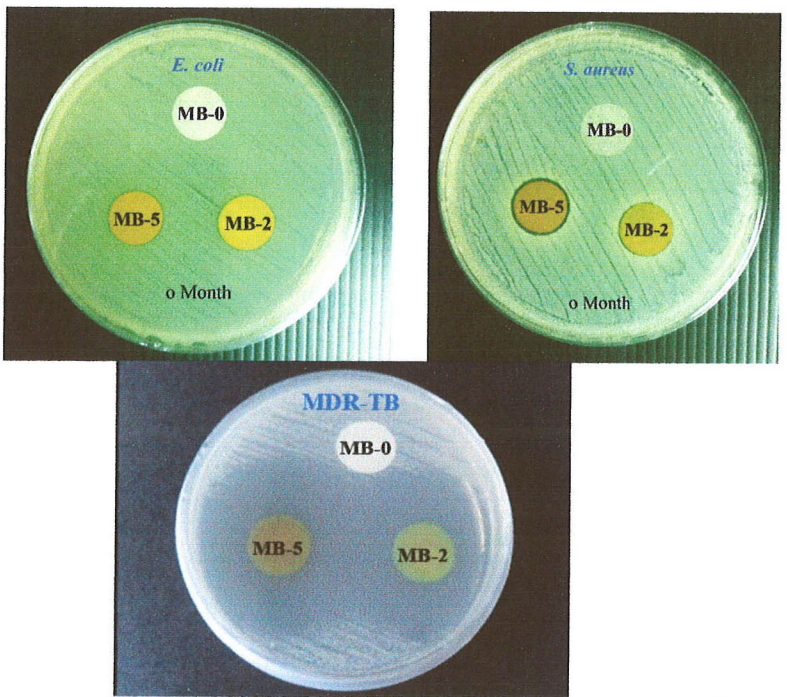
ได้ มีงานวิจัยพบว่าสารสำคัญในการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดังกล่าว คือ α-mangostin [4, 9, 14] ซึ่งเป็นสารที่มีปริมาณสูงมากในเปลือกมังคุด แต่กลไกในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของสารดังกล่าวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด[15] ในการทดสอบนี้แผ่นกรองอากาศชนิด MB-0 MB-2 และ MB-5 จะนำมาทำการทดสอบโดยใช้วิธี Disc diffusion method (เชิงคุณภาพ) และ % bacterial reduction (เชิงปริมาณ) จากผลการทดสอบโดยวิธีการ Disc diffusion method ดังแสดงไว้ใน**รูปที่ 14** พบว่า แผ่นกรองอากาศที่ไม่ได้เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด(MB-0) ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย(ไม่พบ clear zone) สำหรับแผ่นกรองอากาศที่เคลือบสารสกัดจากเปลือกมังคุด 2% (MB-2) และ 5% (MB-5) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* และเชื้อ MDR-TB แต่ไม่ยับยั้งเชื้อ *E.coli* [12] ดังแสดงไว้ใน**ตารางที่ 4** จะเห็นได้ว่าค่า clear zone บนเชื้อ MDR-TB ของแผ่นกรองอากาศที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด มีค่าสูงมากกว่า 38 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่า clear zone บนเชื้อ *S.aureus* ทั้งนี้เป็นเพราะระยะเวลาในการบ่มเชื้อ *S.aureus* (24 ชั่วโมง) มีระยะเวลาสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการบ่มเชื้อวัณโรคดื้อยา (3 อาทิตย์) ทำให้สารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระยะเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมงแพร่ออกจากแผ่นกรองอากาศได้น้อย ในขณะที่การบ่มระยะเวลา 3 อาทิตย์ทำให้สารสกัดจากเปลือกมังคุดแพร่ออกมาบริเวณที่ผิวของอาหารแข็งมากจึงส่งผลทำให้ clear zone ของเชื้อวัณโรคดื้อยามีค่ามากนั่นเอง

จากการทดสอบเชิงคุณภาพดังกล่าว เป็นการทดสอบที่เห็นผลไม่ค่อยชัดเจน ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงทำการทดสอบการหา % bacterial reduction ที่ระยะเวลาต่างๆ โดยเลือกใช้มาตรฐานการทดสอบ AATCC test method 100-2004 (assessment of antibacterial finished on textiles) [16] เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับสภาวะการใช้งานจริง โดยการจำลองเหตุการณ์ที่ผู้ป่วยจามซึ่งทำให้เกิดละอองเสมหะลองฟุ้งอยู่ในอากาศแล้วตกลงมาติดลงบนผิวของแผ่นหน้ากากอนามัย โดยในการทดสอบนี้จะใช้เชื้อแบคทีเรียที่มีความเข้มข้น 10^5 CFU/ml ปริมาตร 50 µl จะถูกหยดลงบนผิวของแผ่นกรองอากาศแล้วทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ จากนั้นทำการนับเชื้อแบคทีเรียที่มีชีวิตซึ่งเติบโตอยู่บนอาหารแข็ง จากผลการทดลองให้ผลที่เหมือนกับการทดสอบโดยวิธี Disc diffusion method โดยยืนยันผลการทดลองที่ว่า แผ่นกรองอากาศที่เคลือบด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *E.coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ ดังแสดงใน**รูปที่ 15** แต่มีฤทธิ์สูงในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก คือ *S.aureus* และ MDR-TB[4] ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ*S.aureus* และ MDR-TB ใน**รูปที่16** และ**รูปที่ 17** ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแผ่นกรองอากาศที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด

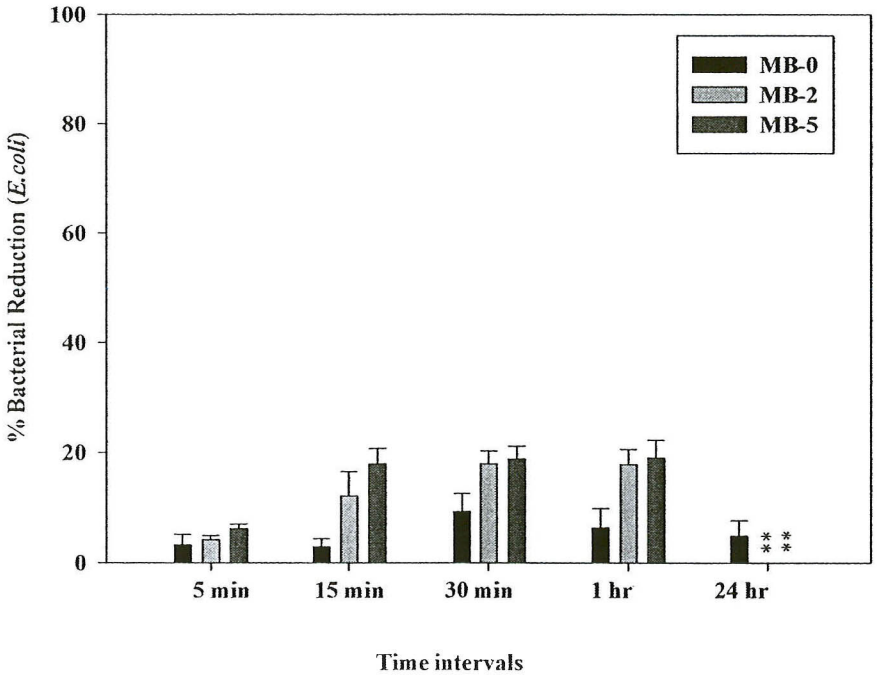
2% (MB-2) และ 5%(MB-5) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S.aureus* สูงกว่าเชื้อ MDR-TB ที่ระยะเวลาเดียว (30 และ 60 นาที) ทั้งนี้เป็นเพราะเชื้อ MDR-TB เป็นเชื้อที่มีผนังเซลล์ที่ประกอบไปด้วย N-glycolylmuramic acid และ mycolic acid สูงถึง 60% ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้นผนังเซลล์ของ MDR-TB จึงมีความแข็งแรงและทนทานต่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรคหลายชนิด แต่อย่างไรก็ดี ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง แผ่นกรองอากาศที่มีสารสกัดจากเปลือกมังคุด 2% และ 5% มีค่า % การยับยั้งเชื้อสูงมากกว่า 99% นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่รายงานผลการทดลองเกี่ยวกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการยับยั้งเชื้อ Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย[9]

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบบ clear zone test แบคทีเรียทั่วไปและเชื้อวัณโรค

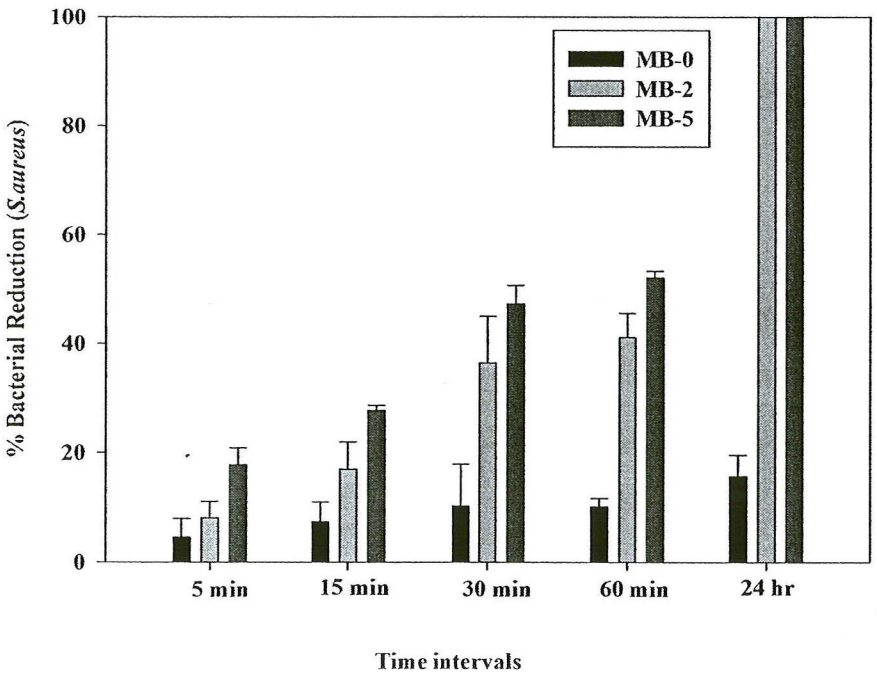
Sample	Clear zone of bacteria (mm)		
	E.coli	*S.aureus*	MDR-TB
MB-0	0	0	0
MB-2	0	1.1±0.1	38±0.8
MB-5	0	2.1±0.2	42±0.4



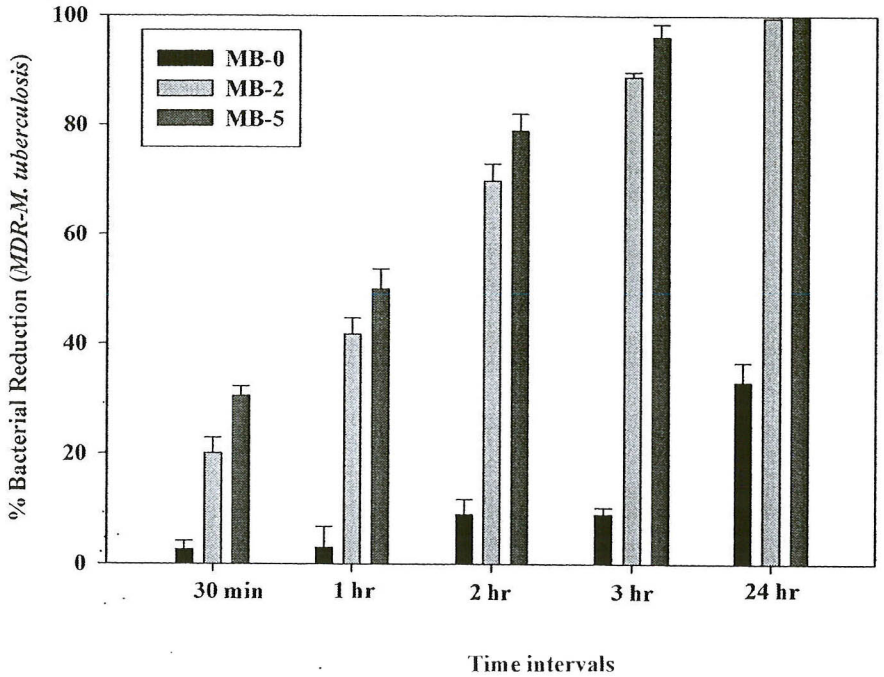
รูปที่ 14 แสดง clear zone ที่เกิดขึ้นของแผ่นกรองอากาศที่เคลือบสารสกัดบนเชื้อ *E.coli* *S.aureus* และ MDR-TB



รูปที่ 15 แสดงค่า %การยับยั้งเชื้อ *E.coli* ที่ระยะเวลาต่างๆ



รูปที่ 16 แสดงค่า %การยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ที่ระยะเวลาต่างๆ

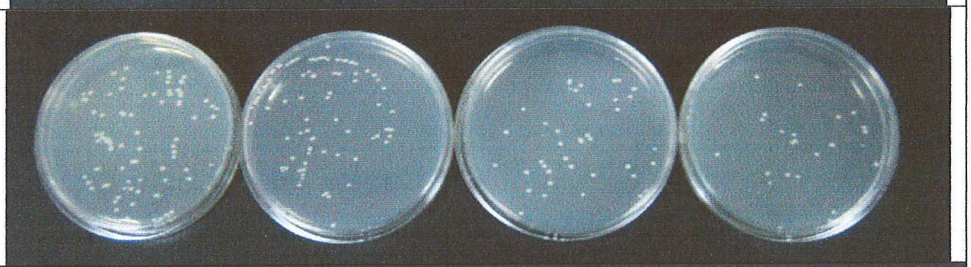


รูปที่ 17 แสดงค่า %การยับยั้งเชื้อ MDR-TB ที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *E.coli* บนอาหารแข็งที่ระยะเวลาต่างๆ

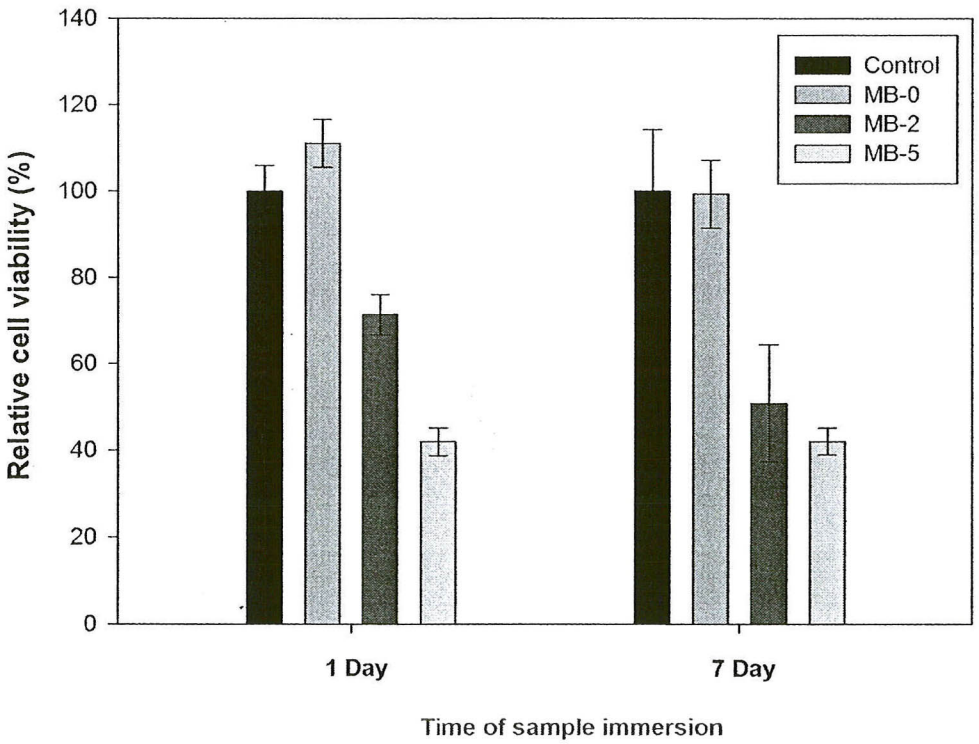
Bacteria	**Time intervals**	**Characteristic of bacterial growths of** **Control / MB-0 / MB-2 / MB-5**
E.coli	5 min	
	15 min	
	30 min	
	60 min	
	24 hours	

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *S.aureus* บนอาหารแข็งที่ระยะเวลาต่างๆ

Bacteria	**Time intervals**	**Characteristic of bacterial growths** **Control / MB-0 / MB-2 / MB-5**
S.aureus	5 min	
	15 min	
	30 min	
	60 min	
	24 hours	

4.7 ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

สารสกัดจากเปลือกมังคุดถูกสกัดด้วย Organic solvent และการนำสารสกัดจากเปลือก มังคุดมาพ่นลงบนแผ่นกรองอากาศที่ทำจาก polypropylene melt spun bond ดังนั้นเพื่อเป็นความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ การทดสอบความเป็นพิษจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้ Mouse fibroblasts (L929) เป็นเซลล์จำลอง โดยทั่วไปจะถือว่าผลิตภัณฑ์เป็นพิษเมื่อเซลล์ลดลงเหลือจำนวนน้อยกว่า 80% จาก การทดลองพบว่า แผ่นกรองที่ไม่ได้ใส่สารสกัดจากเปลือกมังคุดมีเซลล์ประมาณ 100% และเมื่อพ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุด 2% และ 5% ซึ่งมีปริมาณสารสกัดทั้งหมดที่อยู่บนตัวอย่างเท่ากับ 1,569.79 ± 69.69 และ 3,437.95 ± 137.70 ไมโครกรัมตามลำดับ จำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตลดลง เหลือ 71.32 ± 4.72 % และ 41.95 ± 3.20% ในเวลา 1 วัน และจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตลดลงเหลือ 50.58 ± 15.55% และ 42.01 ± 3.12% ในเวลา 7 วันดังแสดงใน **รูปที่ 18**

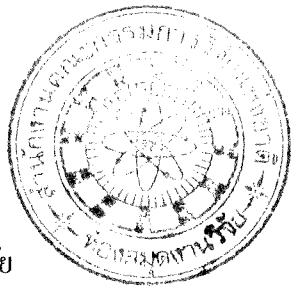


รูปที่ 18 แสดงลักษณะการทดสอบความเป็นพิษในระยะเวลา 1 วันและ 7 วันของสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่เคลือบอยู่บนแผ่นกรอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดบนแผ่นกรองอากาศที่ปริมาณดังกล่าว ส่งผลทำให้ค่อนข้างเป็นพิษต่อเซลล์ L292 คือ มีค่าจำนวนเซลล์ที่รอดต่ำกว่า 80% ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการพ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุดลงผิวของแผ่นกรองอากาศ ทำให้สารสกัดจจากเปลือกมังคุดแพร่ออกมาสู่ media ได้มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา ของ ศ.ดร.พิชญ์และคณะวิจัยในการพัฒนาเส้นใยระดับนาโนของพอลิแลกติกแอซิดที่ใส่สารสกัดจากเปลือกมังคุด พบว่าเส้ยใยดังกล่าวใช้ระยะเวลาการปลดปล่อยสารสกัดมังคุดช้ากว่า แต่อย่างไรก็ดี ในการใช้งานจริงแผ่นกรองอากาศดังกล่าวไม่ได้สัมผัสติดกับผิวหนังของผู้ใช้ ซึ่งจะมีแผ่นกรองด้านในอีกชั้นหนึ่งซึ่งจะสัมผัสกับผิวผู้ใช้โดยตรง อีกประการหนึ่ง คือ การใช้หน้ากากอนามัยในความเป็นจริงแล้ว จะใช้แล้วทิ้งภายในระยะเวลาหนึ่งวัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการพ่นสารสกัดจากเปลือกมังคุด 2% ที่ระยะเวลาหนึ่งวัน มีค่าการรอดชีวิตของเซลล์เท่ากับ 71.32 ± 4.72 % ซึ่งใกล้ค่ามาตรฐานความเป็นพิษ คือ ที่ มีอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ 80%

4.8 ผลการทดสอบความระคายเคือง

จากการทดสอบนี้ ทางคณะผู้วิจัยได้ทำหนังสือความยินยอมในการลองสวมใส่หน้ากากอนามัยและเป็นไปตามข้อกำหนดของกรรมการจริยธรรมทางการแพทย์ที่ผ่าน IRB (ethics committee)



- ทัศนคติของการใช้หน้ากากอนามัย

ตารางที่ 7 ทัศนคติของการใช้หน้ากากอนามัย

ข้อ	จำนวน	% เห็นด้วย	% ไม่แน่ใจ	% ไม่เห็นด้วย
- การสวมหน้ากากอนามัยในผู้ที่มีอาการระบบทางเดินหายใจจะช่วยป้องกันการแพร่เชื้อโรคไปสู่คนอื่น และป้องกันการรับเชื้อจากผู้อื่น	%	95.00	3.33	1.67
	คน	57	2	1
- การสวมหน้ากากอนามัยเมื่อมีอาการป่วยระบบทางเดินหายใจ และอยู่ในที่สาธารณะเป็นเรื่องน่าอาย	%	16.67	20.00	63.33
	คน	10	12	38
- หากท่านป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจ ท่านจำเป็นต้องหาหน้ากากอนามัยมาใช้	%	73.33	20.00	6.67
	คน	44	12	4
- ท่านจะเป็นตัวอย่างที่ดีให้เพื่อนหรือคนในครอบครัวโดยการสวมหน้ากากอนามัย เมื่อท่านป่วยด้วย โรคทางเดินหายใจได้	%	70.00	28.33	1.67
	คน	42	17	1

ตารางที่ 8 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้หน้ากากอนามัย

ข้อ	จำนวน	% เห็นด้วย	% ไม่แน่ใจ	% ไม่เห็นด้วย
- ถ้าสวมหน้ากากอนามัยนานๆ ทำให้รู้สึกอึดอัดกับระบบทางเดินหายใจ	%	66.67	18.33	15.00
	คน	40	11	9
- ถ้าสวมหน้ากากอนามัยนานๆ ทำให้รู้สึกเจ็บหู	%	23.33	30.00	46.67
	คน	14	18	28
- ท่านรู้สึกแพ้กลิ่นของหน้ากากอนามัย	%	15.00	35.00	50.00
	คน	9	21	30
- เมื่อสวมหน้ากาก อนามัยนานๆ ท่านเกิดอาการแพ้ เช่น มีผื่น คัน ไอ จาม หรืออื่นๆ	%	8.33	31.67	60.00
	คน	5	19	36
- ท่านรู้สึกว่าได้ประโยชน์กับการใส่หน้ากากอนามัยมากกว่าไม่ใส่หน้ากากอนามัย	%	76.67	11.67	11.67
	คน	46	7	7

หมายเหตุ อาสาสมัคร มีทั้งเพศ ชาย และ หญิง จำนวน 60 คน

ตารางที่ 9 แสดงทัศนคติของการใช้หน้ากากอนามัยเพิ่มเติม

ข้อ	หน้ากากอนามัย#	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
- ผู้ที่มีอาการทางเดินหายใจควรสวมหน้ากากอนามัยเพื่อช่วยป้องกันการแพร่เชื้อโรค และการรับเชื้อจากผู้อื่น	1	100.00	0.00	0.00
	2	100.00	0.00	0.00
	3	100.00	0.00	0.00
		100.00	**0**	**0**
- หน้ากากอนามัยที่มีขายตามท้องตลาดในปัจจุบันไม่สามารถกำจัดเชื้อวัณโรคได้	1	26.67	73.33	0.00
	2	26.67	73.33	0.00
	3	43.33	56.67	0.00
		32.22	**67.78**	**0**
- การอยู่ในที่สาธารณะที่มีกลุ่มคนจำนวนมากๆ ท่านอาจได้รับเชื้อวัณโรคจากการหายใจ ท่านจึงต้องการหน้ากากที่สามารถฆ่าเชื้อได้ แม้นจะมีราคาแพงกว่าหน้ากากธรรมดา	1	73.33	26.67	0.00
	2	70.00	30.00	0.00
	3	76.67	23.33	0.00
		73.33	**26.67**	**0**
- ท่านมีความชอบและเชื่อในความปลอดภัยของสารสกัดจากสมุนไพร	1	76.67	23.33	0.00
	2	73.33	26.67	0.00
	3	76.67	23.33	0.00
		75.56	**24.44**	**0**

จาก**ตารางที่** 7 แสดงอาสาสมัครที่ได้รับการทดสอบ จำนวน 57 จากจำนวนทั้งหมด 60 คน (95%) มีทัศนคติว่าผู้ที่มีอาการระบบทางเดินหายใจควรสวมหน้ากากอนามัยเพื่อช่วยป้องกันการแพร่เชื้อโรคไปสู่คนอื่นและป้องกันการรับเชื้อจากผู้อื่นอีกด้วย การสวมหน้ากากอนามัยเมื่อมีอาการป่วยเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและอยู่ในที่สาธารณะไม่ใช่เรื่องน่าอาย 63.33% เห็นด้วยว่าเมื่อป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจจำเป็นต้องหาหน้ากากอนามัยมาใช้ 73.33% และจะเป็นตัวอย่างที่ดีให้เพื่อนหรือคนในครอบครัวโดยการสวมหน้ากากอนามัย เมื่อท่านป่วยด้วย โรคทางเดินหายใจได้ 70.00%

- **ระดับความพึงพอใจต่อการใช้หน้ากากอนามัย**

จาก**ตารางที่ 8** อาสาสมัครที่ได้รับการทดสอบ จำนวน 40 คน (66.67%) รู้สึกอึดอัดทางเดินหายใจเมื่อสวมหน้ากากอนามัยนานๆ และเจ็บหู 14 คน (23.33%) อาสาสมัครที่ไม่แพ้กลิ่น และไม่เกิดการแพ้อื่นๆ มีผื่น คัน ไอ จาม หรืออื่นๆ ของหน้ากากอนามัย มีจำนวน 50.00% (30 คน) และ 60.00% (36 คน) และอาสาสมัครส่วนใหญ่มีความเห็นว่าได้ประโยชน์กับการใส่หน้ากากอนามัยมากกว่าไม่ใส่หน้ากากอนามัย 46 คน (76.67%)

- **ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ได้นำไปแก้ไขและปรับปรุงการประเมินหน้ากากอนามัย ครั้งที่ 2 ดังนี้**

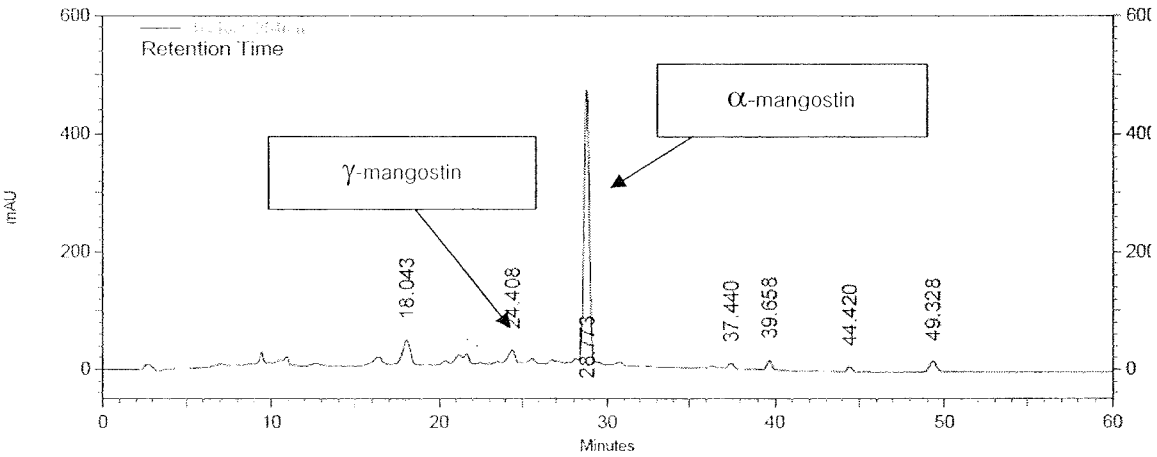
ตัวหน้ากากทำด้วยผ้าที่ไม่หนามากและเคลือบด้วยสารสกัดที่มี ความเข้มข้น 2% และ 5% นอกจากนี้ ยังมีหน้ากากที่ไม่เคลือบสารเป็นตัวควบคุม (control) การทดสอบ ปรับปรุงแบบประเมินให้จำเพาะและเป็นทดสอบแบบเปรียบเทียบโดยใช้อาสาสมัครคนๆ เดียวกันประเมินตัวหน้ากากทั้งสามแบบ

- ทัศนคติของการใช้หน้ากากอนามัย หน้ากากอนามัยชิ้นที่ 1, 2, 3

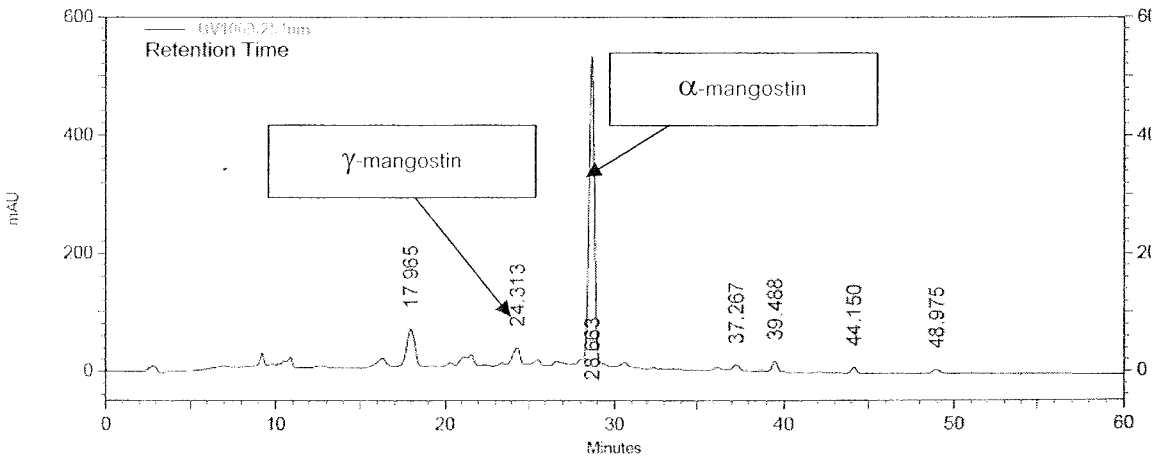
จากตารางที่ 9 ผู้ที่ถูกทดสอบเห็นด้วยทั้งหมด 100% ว่าผู้ที่มีอาการทางเดินหายใจควรสวมหน้ากากอนามัยเพื่อช่วยป้องกันการแพร่เชื้อโรค และการรับเชื้อจากผู้อื่น และ เห็นด้วยว่า การอยู่ในที่สาธารณะที่มีกลุ่มคนจำนวนมากๆ ท่านอาจได้รับเชื้อวัณโรคจากการหายใจ ท่านจึงต้องการหน้ากากที่สามารถฆ่าเชื้อได้ แม้นจะมีราคาแพงกว่าหน้ากากธรรมดา จำนวน 73.33 % ไม่แน่ใจว่าหน้ากากอนามัยที่มีขายตามท้องตลาดในปัจจุบันสามารถกำจัดเชื้อวัณโรคได้หรือไม่ จำนวน 67.78% ผู้ที่ถูกทดสอบมีความชอบและเชื่อมั่นในความปลอดภัยของสารสกัดจากสมันไพร จำนวน 75.56 %

4.6 ผลการทดสอบความเสถียรภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของแผ่นกรองอากาศ

จาก**ตารางที่ 10** แผ่นกรองอากาศชนิด MB-0 MB-2 และ MB-5 จะถูกเก็บไว้ที่ระยะเวลา 0 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการศึกษาปริมาณ α-mangostin และ β-mangostin ซึ่งพบว่า ปริมาณของสารดังกล่าวมีค่าแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ดีปริมาณดังกล่าวยังส่งผลทำให้ % ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อวัณโรคและเชื้อ *S.aureus* ได้มากกว่า 99% ซึ่งแสดงว่าอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์มีสูงกว่า 4 เดือน



รูปที่ 19 แสดง Chromatogram ของ สารสกัดจากตัวอย่างผ้าชนิด MB-2 อายุ 0 เดือน แสดงสารสำคัญ γ - และ α -mangostins



รูปที่ 20 แสดง Chromatogram ของ สารสกัดจากตัวอย่างผ้าชนิด MB-5 อายุ 0 เดือน แสดงสารสำคัญ γ- และ α –mangostins

ตารางที่ 10 ความเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของแผ่นกรองอากาศ	% การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ระยะเวลาการสัมผัสกับแผ่นกรองอากาศนาน 24 ชั่วโมง		ปริมาณสารสำคัญบนแผ่นกรองอากาศ (กรัมต่อกรัมของสารสกัด)	
		S.aureus	MDR-TB	α-mangostins	γ-mangostins
0	MB-2	99.99±0.1	99.50±0.1	0.02114 ± 0.0027	0.00178 ± 0.0001
	MB-5	99.99±0.1	99.00±0.1	0.03624 ± 0.0092	0.00334 ± 0.0021
4	MB-2	99.99±0.1	99.85±0.2	0.02164± 0.0049	0.00224± 0.0001
	MB-5	99.99±0.1	99.97±0.1	0.03879± 0.0017	0.003755± 0.0035