

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การสกัดสารจากเปลือกผลมังคุด

การสกัดสารจากเปลือกผลมังคุดบดแห้งสกัดด้วยเอทานอล ทำโดยการหมักเปลือกผลมังคุดบดแห้งอัตราส่วน 5 กรัม ต่อตัวทำละลายเอทานอล 30 มล. โดยใช้น้ำหนักเปลือกผลมังคุดบดแห้ง 1,130 กรัม หมักใน 95% เอทานอล 6,780 มล. กรองและระเหยเอทานอลออก จนเหลือสารสกัดประมาณ 1 ใน 5 ส่วนของน้ำหนักเริ่มต้น ได้น้ำหนักสารสกัด 249 กรัม ปริมาณเป็นร้อยละของสารสกัดเมื่อเทียบกับน้ำหนักพืชแห้งที่นำมาสกัด (%yield) เท่ากับ 22.04 สารสกัดที่ได้มีสีแดงเข้มใส ไม่มีตะกอน มีกลิ่นเฉพาะตัวและไม่ละลายน้ำ

การสกัดสารจากใบโรสแมรี และแคลรี เสงสกัดด้วยเอทานอล โดยหมักใบแห้งโรสแมรี 500 กรัม ด้วยเอทานอล 5 ลิตร และหมักแคลรี เสง 1,400 กรัม ด้วยเอทานอล 10 ลิตร กรองและระเหยเอทานอล ได้ปริมาณสารสกัดโรสแมรีและแคลรี เสงเป็น 131.91 และ 250.11 กรัม ตามลำดับ % yield เท่ากับ 26.38 และ 17.87 ตามลำดับ สารสกัดที่ได้ขึ้นหืนมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเกิดผิวของสารสกัดสมุนไพร

2.1 การตรวจยืนยันเชื้อที่ใช้ทดสอบ

จากการตรวจสอบยืนยันเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ เชื้อ *P. acnes* ที่แยกได้จากอาสาสมัครและเชื้อมาตรฐาน *S. aureus* (ATCC 25923) ด้วยวิธีทางชีวเคมีดังวิธีทำในข้อที่ 2.1 ได้ผลดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ พบว่า เชื้อ *P. acnes* มีสมบัติทางชีวเคมีเหมือนเชื้อ *P. acnes* จริง และ เชื้อ *S. aureus* มีสมบัติเหมือนเชื้อมาตรฐานจริง จึงสามารถนำเชื้อทั้งสอง ไปใช้ในการทดลองต่อไป ตารางที่ 4.1 แสดงผลการตรวจยืนยันเชื้อ *P. acnes*

วิธีการทดสอบ	ผลที่ได้รับ	การแปลผล
1. การข้อมสีแกรม	ติดสีม่วงน้ำเงิน รูปร่างกลมคล้ายแท่งเล็กๆ แต่หัวโต	ผลบวก
2. Catalase test	เกิดฟองแก๊สทันทีหลังจากหยด Hydrogen peroxide	ผลบวก
3. Indole test	เกิดสีแดงในชั้นของ Kovac's reagent	ผลบวก
4. Nitrate test	เกิดสีแดงกับ nitrate A และ B reagent	ผลบวก

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจยืนยันเชื้อ *S. aureus*

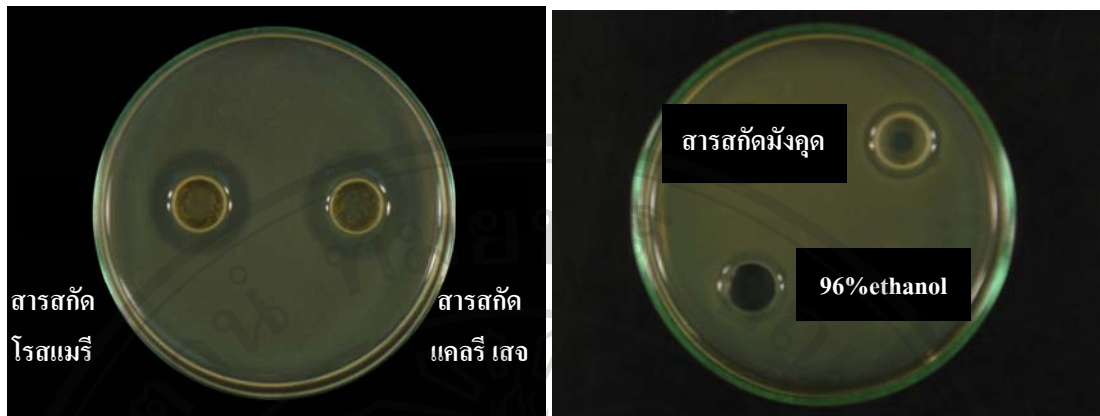
วิธีการทดสอบ	ผลที่ได้รับ	การแปลผล
1. การย้อมสีแกรม	ติดสีม่วง รูปร่างกลมคล้ายพวงอุ้งน	ผลบวก
2. PR mannitol	อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง	ผลบวก
3. PR glucose	อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง	ผลบวก
4. Coagulase test	เกิดการจับตัวของพลาสมา (clot)	ผลบวก
5. การสลายเม็ดเลือดแดง (hemolysis)	สีของ blood agar บริเวณรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อ จะใส (β -hemolysis)	ผลบวก

2.2 การหา Inhibition zone โดยวิธี Well diffusion method

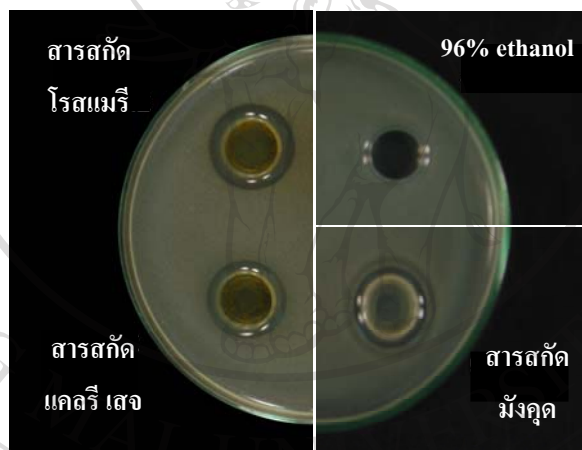
จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ด้วยวิธี Well diffusion method ของสารสกัดมังคุด (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร), สารสกัดโรสแมรี (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) และสารสกัดแคลรี เสง (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) พบว่า สารสกัดทั้งสามชนิด มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อเป็นอย่างน้อย โดยให้ค่า Inhibition zone ต่อเชื้อ *P. acnes* เรียงตามลำดับดังนี้ 20.67 ± 0.50 มม., 25.11 ± 0.22 มม. และ 25.83 ± 0.25 มม. สำหรับเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ได้ Inhibition zone เรียงตามลำดับดังนี้ 16.10 ± 0.21 มม., 23.97 ± 0.23 มม. และ 18.88 ± 0.88 มม. ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.1-4.2 และ ค่า Inhibition zone ของ Disc Ampicillin มาตรฐาน 10 ไมโครกรัม ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 เท่ากับ 27.00 ± 0.00 มม. ซึ่งค่า Inhibition zone ที่ได้ต้องอยู่ในช่วง 27-35 มม. เพื่อบ่งชี้ว่าเชื้อที่ทดสอบเป็นเชื้อมาตรฐาน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ของสารสกัด (crude extract)

สารสกัดที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่าศูนย์กลางของ Inhibition zone (mean $\pm$ SD; มิลลิเมตร)	
	<i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> (ATCC 25923)
สารสกัดมังคุด (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	20.67 ± 0.50	16.10 ± 0.21
สารสกัดโรสแมรี (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	25.11 ± 0.22	23.97 ± 0.23
สารสกัดแคลรี เสง (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	25.83 ± 0.25	18.88 ± 0.88
96% ethanol (control)	19.00 ± 0.00	14.33 ± 0.50
Disc Ampicillin มาตรฐาน 10 ไมโครกรัม (positive control)	-	27.00 ± 0.00



รูปที่ 4.1 แสดง inhibition zone ของสารสกัดโรสแมรี, แคลรี เสง, มังคุด และ 96%ethanol เมื่อทดสอบกับเชื้อ *P. acnes*



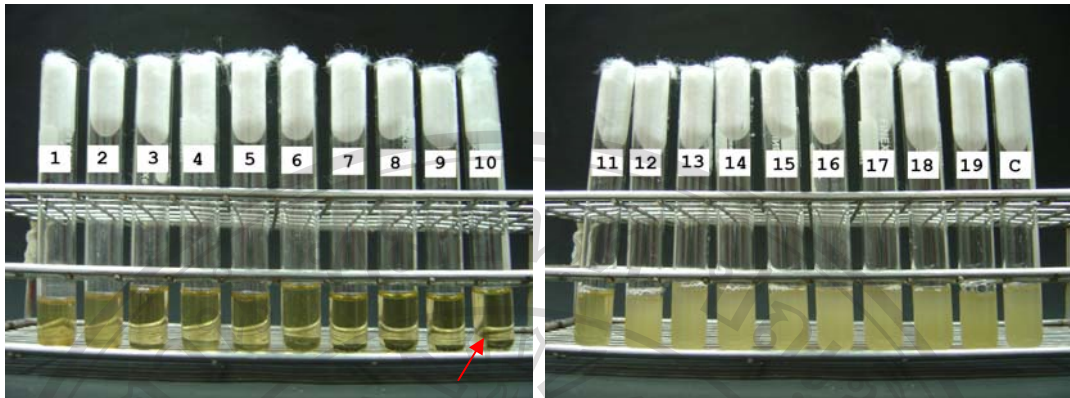
รูปที่ 4.2 แสดง inhibition zone ของสารสกัดโรสแมรี, แคลรี เสง, มังคุด และ Disc Ampicillin มาตรฐาน เมื่อทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923)

2.3 การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) ของสารสกัดโดยวิธีเจือจางในอาหารเหลว (broth dilution method)

จากการทดสอบหาค่า MIC ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดโรสแมรี และสารสกัดแคสรี เสง ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) พบว่า สารสกัดมังคุดให้ผล MIC น้อยที่สุด คือ 4.88 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ถัดมาคือ สารสกัดแคสรี เสง มีค่า MIC ที่ 78.13 ไมโครกรัม/มล. ต่อเชื้อทั้งสองชนิด ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.3-4.5 ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดมังคุดเป็นสารตัวหลักในการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์ด้านเชื้อก่อสิวต่อไป

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า MIC ของสารสกัดต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923)

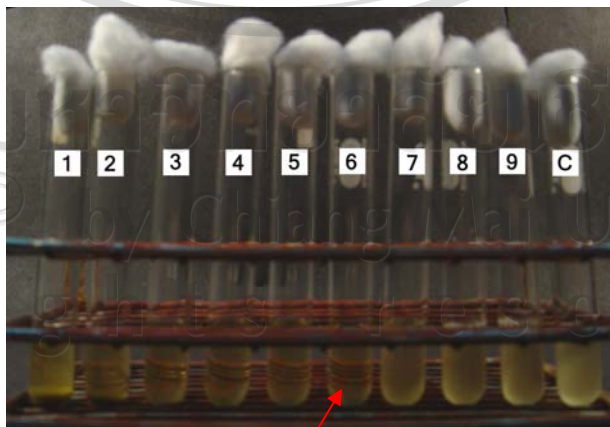
 สารสกัดที่ใช้ทดสอบ	ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	
	<i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> (ATCC 25923)
สารสกัดมังคุด (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	4.88	4.88
สารสกัดโรสแมรี (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	156.25	156.25
สารสกัดแคสรี เสง (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	78.13	78.13
96% ethanol (control)	9.74×10^4	9.74×10^4



รูปที่ 4.3 แสดงค่า MIC ต่อเชื้อ *P. acnes* ของสารสกัดเปลือกผลมังคุด



รูปที่ 4.4 แสดงค่า MIC ต่อเชื้อ *P. acnes* ของสารสกัดโรสแมรี่



รูปที่ 4.5 แสดงค่า MIC ต่อเชื้อ *P. acnes* ของสารสกัดแกลลี เสง

2.4 การทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลชีพ (Minimal Bactericidal Concentration, MBC) ของสารสกัด

จากการทดสอบหาค่า MBC ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดโรสแมรี และสารสกัดแคลรี เสง ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) พบว่า สารสกัดมังคุดให้ผล MBC น้อยที่สุด คือ 9.77 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ถัดมาคือ สารสกัดแคลรี เสง มีค่า MBC ที่ 78.13 ไมโครกรัม/มล. ต่อเชื้อ ทั้งสองชนิด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า MBC ของสารสกัดต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923)

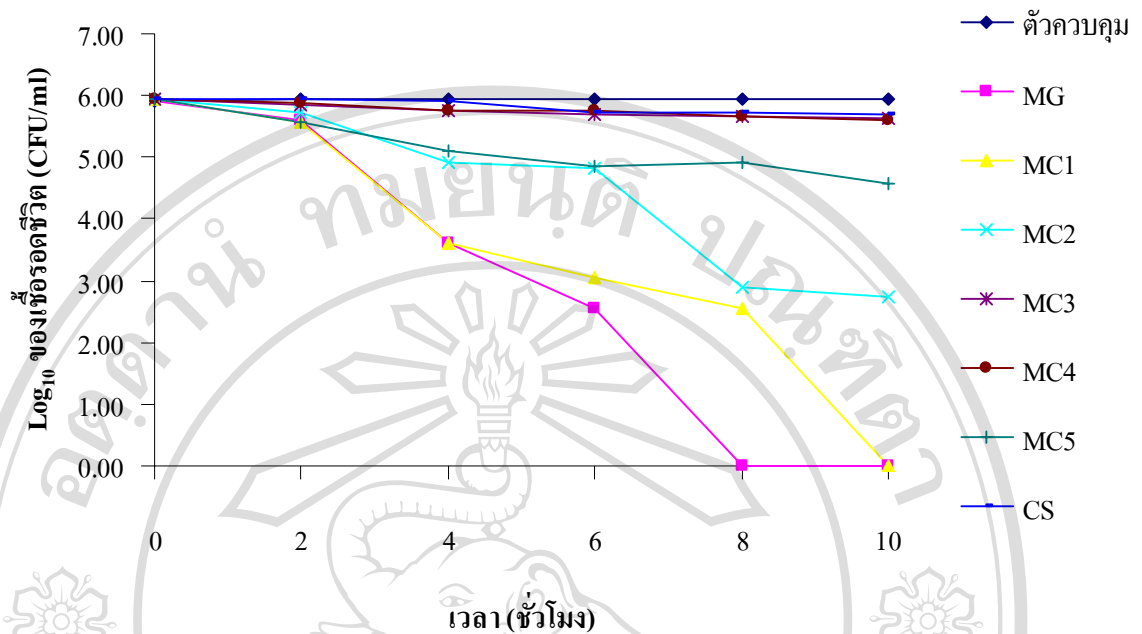
สารสกัดที่ใช้ทดสอบ	ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลชีพได้ (MBC) (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	
	<i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> (ATCC 25923)
สารสกัดมังคุด	9.77	9.77
สารสกัดโรสแมรี	312.50	312.50
สารสกัดแคลรี เสง	78.13	78.13
96% ethanol (control)	1.95×10^5	1.95×10^5

2.5 การศึกษาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ โดยวิธี Time killing assay

จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923) ของสารสกัดมังกุด, สารผสมระหว่างสารสกัดมังกุดและแคลรี เสง และสารผสมระหว่างสารสกัดมังกุดและโรสแมรี ดังวิธีทำในข้อ 2.5.2 และ 2.5.3 ให้ผลดังตารางที่ 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 และภาคผนวก ข และเมื่อนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อที่รอดชีวิต (CFU/ml) และระยะเวลาที่ผ่านไป (ชั่วโมง) ใน logarithm scale ดังรูปที่ 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9 ผลที่ได้ จึงเลือกสารสกัดแคลรี เสงมาเป็นสารแต่งกลิ่นในตำรับเนื่องจากเมื่อผสมกับสารสกัดมังกุดโดยใช้ในปริมาณที่น้อยก็ยังให้ผลในการฆ่าเชื้อในช่วงเวลาการศึกษา

ตารางที่ 4.6 แสดงอัตราการฆ่าเชื้อ *P. acnes* ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดแคลลี เสง และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดแคลลี เสง

เวลา (ชั่วโมง)	Log10 ของจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเฉลี่ย (CFU/ml)									
	สารสกัดมังคุด		สารสกัดมังคุด : สารสกัดแคลลี เสง							
	4 MIC	4 MIC : -8 MIC	4 MIC : -4 MIC	4 MIC : 1 MIC	4 MIC : 4 MIC	4 MIC : 8 MIC	สารสกัดแคลลี เสง			
ตัวควบคุม	19.53 µg/ml	19.53 : 9.77 µg/ml	19.53 : 19.53 µg/ml	19.53 : 78.13 µg/ml	19.53 : 312.50 µg/ml	19.53 : 625 µg/ml	312.50 µg/ml			
	MG	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	CS			
	0	5.93	5.91	5.94	5.95	5.95	5.94			
	2	5.93	5.61	5.72	5.86	5.88	5.94			
	4	5.94	3.62	4.90	5.75	5.76	5.92			
	6	5.95	2.55	4.82	5.70	5.74	5.74			
	8	5.94	0.00	2.88	5.67	5.66	5.74			
	10	5.96	0.00	2.74	5.63	5.61	5.71			

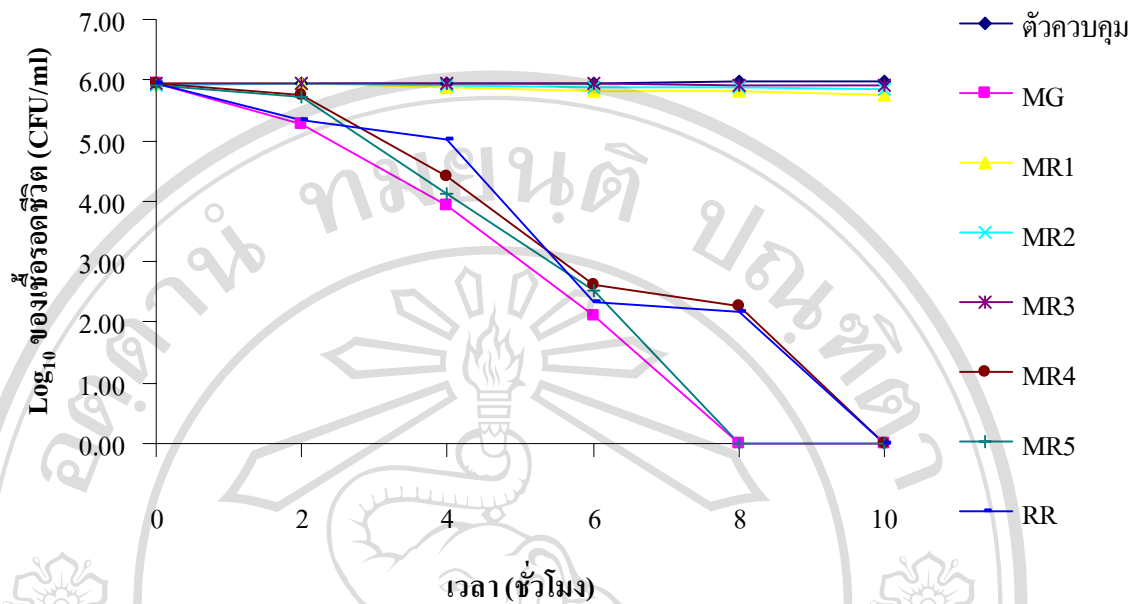


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อ *P. acnes* ที่รอดชีวิต เมื่อสัมผัสสารสกัดมังคุด สารสกัดแคสรี เสง และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดแคสรี เสง ณ เวลาต่างๆ

จากตารางที่ 4.6 และ รูปที่ 4.6 พบว่า สารสกัดมังคุดฆ่าเชื้อ *P. acnes* ได้ทั้งหมดภายในเวลา 8 ชั่วโมงและสารสกัดแคสรี เสง ฆ่าเชื้อได้เล็กน้อย ไม่เกิน 1 log CFU เสง โดยเมื่อผสมสารสกัดมังคุดและแคสรี เสง ในหลายๆ อัตราส่วน พบว่า ที่อัตราส่วนสารสกัดมังคุด : สารสกัดแคสรี เสง เท่ากับ 4 MIC : -8 MIC (MC1) สามารถฆ่าเชื้อ *P. acnes* ได้ทั้งหมดในเวลา 10 ชั่วโมง แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดแคสรี เสงมากขึ้น ความสามารถในการฆ่าเชื้อของสารผสมจะลดลง

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการฆ่าเชื้อ *P. acnes* ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดโรสแมรี่ และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดโรสแมรี่

เวลา (ชั่วโมง)	Log10 ของจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเฉลี่ย (CFU/ml)										สารสกัดโรสแมรี่
	ตัวควบคุม	สารสกัดมังคุด	สารสกัดมังคุด : สารสกัดโรสแมรี่					สารสกัดโรสแมรี่			
		4 MIC	4 MIC : -8 MIC	4 MIC : -4 MIC	4 MIC : 1 MIC	4 MIC : 4 MIC	4 MIC : 8 MIC	625 µg/ml			
		19.53 µg/ml	19.53 : 19.53 µg/ml	19.53 : 39.06 µg/ml	19.53 : 156.25 µg/ml	19.53 : 625 µg/ml	19.53 : 1,250 µg/ml				
0	5.93	MG	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	RE	5.95		
2	5.94	5.27	5.94	5.93	5.94	5.76	5.71	5.33			
4	5.95	3.92	5.87	5.91	5.93	4.43	4.12	5.03			
6	5.96	2.12	5.82	5.88	5.93	2.62	2.52	2.34			
8	5.97	0.00	5.81	5.87	5.92	2.26	0.00	2.18			
10	5.98	0.00	5.76	5.86	5.92	0.00	0.00	0.00			

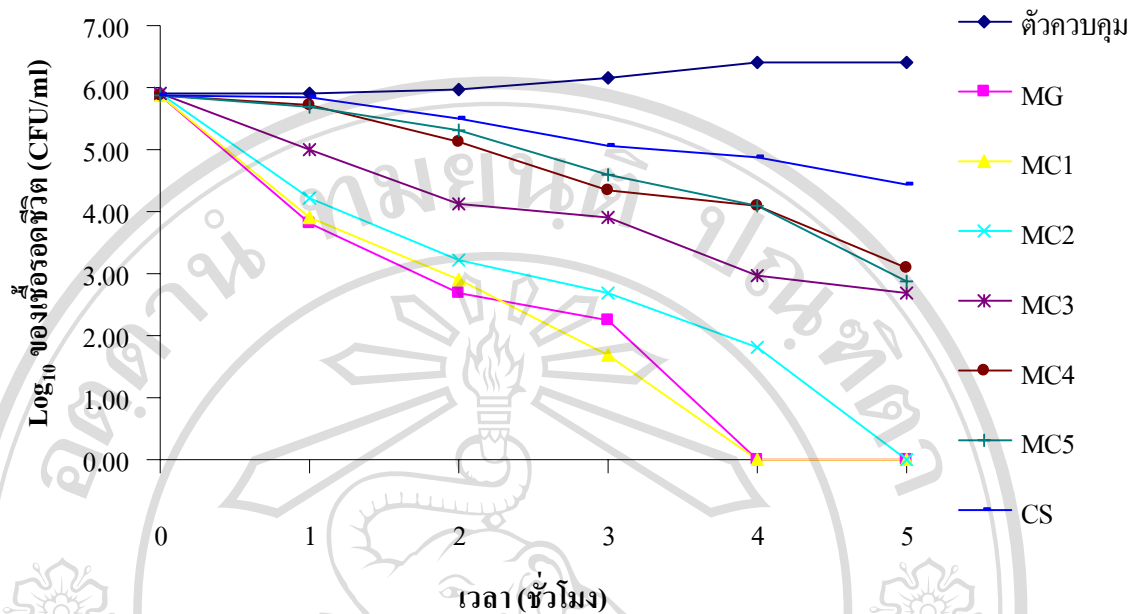


รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อ *P. acnes* ที่รอดชีวิต เมื่อสัมผัสสารสกัดมังคุด สารสกัดโรสแมรี และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดโรสแมรี ณ เวลาต่างๆ

จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7 สารสกัดมังคุดฆ่าเชื้อ *P. acnes* ได้ทั้งหมดภายในเวลา 8 ชั่วโมง และสารสกัดโรสแมรีฆ่าเชื้อทั้งหมดภายในเวลา 10 ชั่วโมง เมื่อผสมสารสกัดมังคุดและโรสแมรีในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ผลต่อเชื้อ *P. acnes* ที่อัตราส่วนสารสกัดมังคุด : สารสกัดโรสแมรี เท่ากับ 4MIC : 8 MIC (MR5) และ 4MIC : 4 MIC (MR4) สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมดภายในเวลา 8 ชั่วโมง และ 10 ชั่วโมงตามลำดับ แต่ที่อัตราส่วน 4 MIC : 1 MIC (MR3), 4 MIC : -4 MIC (MR2) และ 4 MIC : -8 MIC (MR1) พบว่าความสามารถในการฆ่าเชื้อลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดโรสแมรี

ตารางที่ 4.8 แสดงอัตราการฆ่าเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดแคสรี เสง และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดแคสรี เสง

เวลา (ชั่วโมง)	Log10 ของจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเฉลี่ย (CFU/ml)										สารสกัดแคสรี เสง
	ตัวควบคุม	สารสกัดมังคุด : สารสกัดแคสรี เสง								4 MIC : 8 MIC	
		สารสกัดมังคุด 4 MIC	4 MIC : -8 MIC	4 MIC : -4 MIC	4 MIC : 1 MIC	4 MIC : 4 MIC	4 MIC : 8 MIC	4 MIC : 16 MIC	4 MIC : 32 MIC		
		4 MIC	4 MIC : -8 MIC	4 MIC : -4 MIC	4 MIC : 1 MIC	4 MIC : 4 MIC	4 MIC : 8 MIC	4 MIC : 16 MIC	4 MIC : 32 MIC		
		19.53 µg/ml	19.53 : 9.77 µg/ml	19.53 : 19.53 µg/ml	19.53 : 78.13 µg/ml	19.53 : 312.50 µg/ml	19.53 : 625.00 µg/ml			312.50 µg/ml	
		MG	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5			CS	
0	5.90	5.88	5.88	5.90	5.91	5.87	5.87			5.87	
1	5.90	3.82	3.90	4.20	4.99	5.72	5.67			5.84	
2	5.96	2.70	2.92	3.22	4.12	5.13	5.31			5.50	
3	6.16	2.26	1.70	2.70	3.92	4.36	4.60			5.05	
4	6.40	0.00	0.00	1.82	2.97	4.09	4.09			4.88	
5	6.41	0.00	0.00	0.00	2.70	3.10	2.88			4.45	

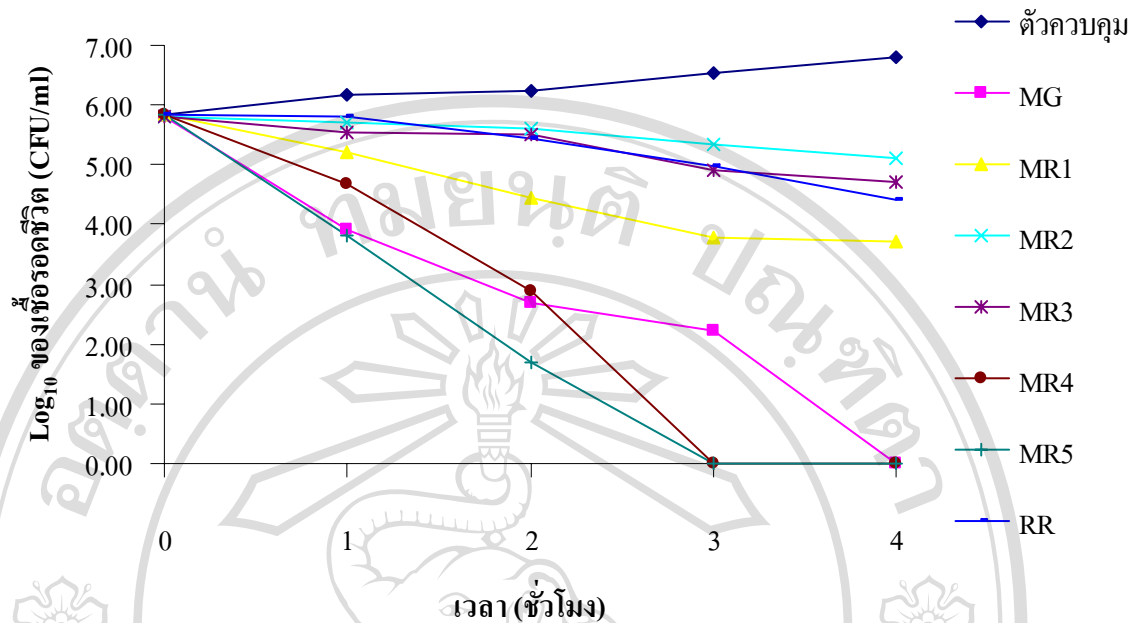


รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อ *S. aureus* ATCC (25923) ที่รอดชีวิต เมื่อสัมผัสสารสกัดมังคุด สารสกัดแคลรี เสง และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดแคลรี เสง ณ เวลาต่างๆ

จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.8 สารสกัดมังคุดฆ่าเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ได้ทั้งหมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง และสารสกัดแคลรี เสง ฆ่าเชื้อได้เล็กน้อย ไม่เกิน 1 log CFU เศษ โดยเมื่อผสมสารสกัดมังคุดและแคลรี เสง ในหลายๆ อัตราส่วน พบว่า ผลต่อเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) เมื่อผสมสารสกัดมังคุด : สารสกัดแคลรี เสง เท่ากับ 4 MIC : -8 MIC (MC1) สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง ระยะเวลาเท่ากับสารสกัดมังคุดเดี่ยวๆ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดแคลรี เสง มากขึ้น ความสามารถในการฆ่าเชื้อของสารผสมจะลดลง

ตารางที่ 4.9 แสดงอัตราการฆ่าเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ของสารสกัดมังคุด, สารสกัดโรสแมรี่ และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดโรสแมรี่

เวลา (ชั่วโมง)	Log10 ของจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเฉลี่ย (CFU/ml)							
	สารสกัดมังคุด	สารสกัดมังคุด : สารสกัดโรสแมรี่						สารสกัดโรสแมรี่
		4 MIC	4 MIC : -8 MIC	4 MIC : -4 MIC	4 MIC : 1 MIC	4 MIC : 4 MIC	4 MIC : 8 MIC	
ตัวควบคุม		19.53 µg/ml	19.53 : 19.53 µg/ml	19.53 : 39.06 µg/ml	19.53 : 156.25 µg/ml	19.53 : 625 µg/ml	19.53 : 1,250 µg/ml	625 µg/ml
	MG		MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	RE
	0	5.85	5.80	5.83	5.79	5.81	5.85	5.85
1	6.18	3.93	5.21	5.71	5.53	4.67	3.80	5.82
2	6.25	2.70	4.44	5.62	5.50	2.89	1.70	5.43
3	6.53	2.22	3.79	5.34	4.91	0.00	0.00	4.96
4	6.80	0.00	3.73	5.10	4.71	0.00	0.00	4.40



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อ *S. aureus* ATCC (25923) ที่รอดชีวิต เมื่อสัมผัสสารสกัดมังคุด สารสกัดโรสแมรี และสารสกัดมังคุดผสมร่วมกับสารสกัดโรสแมรี ณ เวลาต่างๆ

จากตารางที่ 4.9 และ รูปที่ 4.9 สารสกัดมังคุดฆ่าเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ได้ทั้งหมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง และสารสกัดโรสแมรีฆ่าเชื้อได้เพียง 1 log CFU เฉย และเมื่อผสมสารสกัดมังคุดและโรสแมรีในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ผลต่อเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) ที่อัตราส่วนสารสกัดมังคุด : สารสกัดโรสแมรี เท่ากับ 4MIC : 8 MIC (MR5) และ 4MIC : 4 MIC (MR4) สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมดภายในเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งเร็วกว่าสารสกัดมังคุดเดี่ยวๆ แต่จะต้องใช้ความเข้มข้นของสารสกัดโรสแมรีสูงกว่าสารสกัดมังคุดถึง 32 เท่าและ 64 เท่า จึงจะให้ระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เร็วกว่าสารสกัดมังคุดเดี่ยวๆ และที่อัตราส่วน 4 MIC : 1 MIC (MR3), 4 MIC : -4 MIC (MR2) และ 4 MIC : -8 MIC (MR1) ความสามารถในการฆ่าเชื้อลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดโรสแมรีมากขึ้น

3. การเตรียมผลิตภัณฑ์เจล และยาน้ำใสจากสารสกัดพืชสมุนไพร

3.1 การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เจล และยาน้ำใส

ในการพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์เจลและยาน้ำใสจากสารสกัดพืชสมุนไพร ได้เลือกสารสกัดมังคุดเป็นสารตัวหลักในการตั้งตำรับ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่ดีกว่าสารสกัดแคสรี เสงและโรสแมรี่ คือสารสกัดมังคุดให้ค่า MIC และ MBC ที่ต่ำกว่าและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อสั้นกว่าสารสกัดแคสรี เสงและโรสแมรี่ และใช้สารสกัดแคสรี เสงมาเป็นสารแต่งกลิ่น

3.1.1 ตำรับผลิตภัณฑ์เจล

การพัฒนาตำรับเจลที่ได้จากการเตรียมยาพื้นเจลจากสารก่อเจลหลายๆ ชนิด เพื่อให้ได้ยาพื้นเจลที่มีความเป็นกรดดังที่เหมาะสม ใส มีความเหนียวและความหนืดที่เหมาะสม และเข้ากันได้กับสารสกัดมังคุด ซึ่งจะทำให้ได้ตำรับเจลที่ดีและมีความคงสภาพที่ดีอีกด้วย จากการพัฒนาสูตรยาพื้นเจลและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ดังตารางที่ 4.10 และ 4.11 พบว่า ยาพื้นเจลสูตรที่ 5GB และ 7GB มีลักษณะทางกายภาพที่ดี จึงนำมาเติมสารสกัดสมุนไพร เพื่อพัฒนาเป็นตำรับผลิตภัณฑ์เจล ดังตารางที่ 4.12.1, 4.12.2 และ 4.12.3

ตารางที่ 4.10 แสดงองค์ประกอบและความเข้มข้นขององค์ประกอบในยาพื้นเจล

องค์ประกอบในสูตรยาพื้น	ความเข้มข้น (%w/w)						
	1GB	2GB	3GB	4GB	5GB	6GB	7GB
Carbopol Ultrez 21	-	-	-	0.8	0.8	0.8	1
Carbopol 941	1	0.5	-	-	-	-	-
HPMC	-	-	4	-	-	-	-
EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Na ₂ S ₂ O ₅	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Conc. Paraben	1	1	1	1	1	1	1
Propylene glycol	5	5	5	5	5	10	5
96%Ethanol	-	-	-	-	10	10	10
Purified water to	100	100	100	100	100	100	100

GB : ยาพื้นเจล

Na₂S₂O₅ : sodium metabisulfite

เติม Triethanolamine ปรับความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5

ตารางที่ 4.11 แสดงลักษณะทางกายภาพในยาพื้นเจลด

ลักษณะทางกายภาพ	สูตรยาพื้นเจลด						
	1GB	2GB	3GB	4GB	5GB	6GB	7GB
pH	6.37	5.82	-	5.62	5.52	5.58	5.52
ความใส	+4	+2	+1	+4	+4	+4	+4
ฟองอากาศ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
ความเหนอะหนะเมื่อทา	+1	+1	+3	+1	+1	+2	+1
ความเนียนเมื่อทา	+3	+3	+1	+3	+3	+3	+3
ความเหลว	+1	+4	+2	+2	+2	+2	+2

GB : ยาพื้นเจลด

pH : -, ไม่ได้ทำการทดสอบ

ความใส : +4, ใสมาก ; +3, ใสปานกลาง ; +2, ใสน้อย ; +1, ขุ่นทึบ

ฟองอากาศ : +3, ฟองมาก ; +2, ฟองปานกลาง ; +1, ฟองน้อย ; -, ไม่มีฟองอากาศ

ความเหนอะหนะเมื่อทา : +3, เหนอะหนะมาก ;

+2, เหนอะหนะปานกลาง ;

+1, เหนอะหนะน้อย

ความเนียนเมื่อทา : +3, เนียนมาก ;

+2, เนียนปานกลาง ;

+1, เนียนน้อย (เกิดเป็นปื้นขาวหลังทา)

ความเหลว : +4, เหลวมาก ; +3, เหลวปานกลาง ; +2, เหลวน้อย ; +1, หนืดไม่เหลว

การพัฒนาตำรับเจล โดยนำยาพื้นเจลดั้งเดิมที่เลือกมาเติมสารสกัดมังคุดและพัฒนาสูตรตำรับต่อไป ดังตารางที่ 4.12.1 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เจลที่เข้ากันได้กับสารสกัดมังคุด มีลักษณะทางกายภาพที่ดี และให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.12.1 แสดงองค์ประกอบและความเข้มข้นขององค์ประกอบในแต่ละสูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจล

องค์ประกอบในตำรับ	ความเข้มข้น (%w/w)																	
	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8J	9J	10J	11J	12J	13J	14J	15J	16J	17J	18J
Carbopol Ultrez 21	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Na ₂ S ₂ O ₅	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Conc. Paraben	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Propylene glycol	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15
96%Ethanol	10	20	20	20	20	20	30	20	10	10	10	10	10	10	20	20	25	25
สารสกัดมังคุด	0.1	0.1	0.1	0.1	0.25	0.5	0.5	0.05	0.05	0.1	0.25	0.05	0.1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
สารสกัดแคลวี เสง	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02	-	0.02	-	0.02
Purified water to	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Na₂S₂O₅ : sodium metabisulfite , J : ตำรับเจลดั้งเดิมที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester) , JB : ตำรับเจลดั้งเดิมที่ไม่มีสารสกัดมังคุด (blank) ,

เติม Triethanolamine ให้ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5

ตำรับ 1J, 2J ใช้สูตรยาพื้น 1JB, 2JB ตามลำดับ, ตำรับ 3J, 5J, 6J, 8J ใช้สูตรยาพื้น 3JB, ตำรับ 4J ใช้สูตรยาพื้น 4JB, ตำรับ 7J ใช้สูตรยาพื้น 5JB,

ตำรับ 9J, 10J, 11J ใช้สูตรยาพื้น 6JB, ตำรับ 12J, 13J, 14J ใช้สูตรยาพื้น 7JB, ตำรับ 15J, 16J, 17J, 18J ใช้สูตรยาพื้น 8JB, 9JB, 10JB, 11JB ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12.2 แสดงองค์ประกอบและความเข้มข้นขององค์ประกอบในแต่ละสูตรยาพื้นเจต

องค์ประกอบในตำรับ	ความเข้มข้น (%w/w)										
	1JB	2JB	3JB	4JB	5JB	6JB	7JB	8JB	9JB	10JB	11JB
Carbopol Ultrez 21	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Na ₂ S ₂ O ₅	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Conc. Paraben	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Propylene glycol	5	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15
96%Ethanol	10	20	20	20	30	10	10	20	20	25	25
สารสกัดแคลลิ์ เสด	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.02	-	0.02
Purified water to	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Na₂S₂O₅ : sodium metabisulfite

JB : ตำรับเจตที่ไม่มีสารสกัดมั่งคุด (blank)

เติม Triethanolamine ให้ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5

ตำรับ 1J, 2J ใช้สูตรยาพื้น 1JB, 2JB ตามลำดับ, ตำรับ 3J, 5J, 6J, 8J ใช้สูตรยาพื้น 3JB, ตำรับ 4J ใช้สูตรยาพื้น 4JB, ตำรับ 7J ใช้สูตรยาพื้น 5JB, ตำรับ 9J, 10J, 11J ใช้สูตรยาพื้น 6JB, ตำรับ 12J, 13J, 14J ใช้สูตรยาพื้น 7JB, ตำรับ 15J, 16J, 17J, 18J ใช้สูตรยาพื้น 8JB, 9JB, 10JB, 11JB ตามลำดับ

3.1.2 คำรับผลิตภัณฑ์ยาน้ำใส

การพัฒนาตำรับยาน้ำใส แสดงดังตารางที่ 4.13 เพื่อให้ได้ยาน้ำใสที่เจือกันได้ดีกับสารสกัดมังคุด มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่มีตะกอนและให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ คำรับที่เกิดตะกอนจะไม่นำมาศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.13 แสดงองค์ประกอบและความเข้มข้นขององค์ประกอบในแต่ละสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ยาน้ำใส

องค์ประกอบในตำรับ	ความเข้มข้น (%w/w)																	
	1S	1SB	2S	2SB	3S	3SB	4S	4SB	5S	5SB	6S	6SB	7S	7SB	8S	8SB	9S	9SB
96%Ethanol	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20
Propylene glycol	10	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15
สารสกัดมังคุด	0.1	-	0.1	-	0.05	-	0.1	-	0.25	-	0.05	-	0.1	-	0.25	-	0.05	-
สารสกัดแคสรี เสด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-
Purified water to	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

S : ตำรับยาน้ำใสที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester)

SB : ตำรับยาน้ำใสที่ไม่มีสารสกัดมังคุด (blank)

3.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและทดสอบคุณภาพที่รับของค้ำรับ

3.2.1 ค้ำรับผลิตภัณฑ์เจล

ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของค้ำรับผลิตภัณฑ์เจลและยาพื้นเจล ดังตารางที่ 4.14.1 และ 4.14.2

ตารางที่ 4.14.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของค้ำรับผลิตภัณฑ์เจล

ลักษณะทางกายภาพ	ค่ารับ																	
	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8J	9J	10J	11J	12J	13J	14J	15J	16J	17J	18J
สี	Y	Y	Y	G	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	G	G	G	Y	G	Y	G
pH	5.65	5.63	5.76	5.50	5.56	5.52	5.51	5.82	5.55	5.50	5.55	5.61	5.55	5.49	5.52	5.45	5.54	5.48
ความใส	+3	+3	+4	+4	+2	+2	+2	+4	+4	+4	+2	+4	+4	+2	+3	+3	+4	+4
ฟองอากาศ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
ความเหนอะหนะเมื่อทา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
ความเนียนเมื่อทา	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
ความเหลว	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+3	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2

J : ค้ำรับเจลที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester)

สี : Y, สีเหลืองอ่อน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี , ความใส : +4, ไสมาก ; +3, ใสปานกลาง ; +2, ใสน้อย ; +1, ชุ่มทิบ ,

ฟองอากาศ : +3, ฟองมาก ; +2, ฟองปานกลาง ; +1, ฟองน้อย ; - , ไม่มีฟองอากาศ ,

ความเหนอะหนะเมื่อทา : +3, เหนอะหนะมาก ; +2, เหนอะหนะปานกลาง ; +1, เหนอะหนะน้อย ,

ความเนียนเมื่อทา : +3, เนียนมาก ; +2, เนียนปานกลาง ; +1, เนียนน้อย (เกิดเป็นเงาหลังทา)

ความเหลว : +4, เหลวมาก ; +3, เหลวปานกลาง ; +2, เหลวน้อย ; +1, หนืดไม่เหลว

ตารางที่ 4.14.2 แสดงลักษณะทางกายภาพของยาพื้นเจด

ลักษณะทางกายภาพ	ตำรับ										
	1JB	2JB	3JB	4JB	5JB	6JB	7JB	8JB	9JB	10JB	11JB
สี	W	W	W	G	W	W	G	W	G	W	G
pH	5.67	5.68	5.68	5.66	5.50	5.50	5.53	5.50	5.58	5.48	5.57
ความใส	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4
ฟองอากาศ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
ความเหนอะหนะเมื่อทา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
ความเนียนเมื่อทา	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
ความเหลว	+2	+2	+2	+2	+3	+2	+2	+2	+2	+2	+2

J : ตำรับเจดที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester) , JB : ตำรับเจดที่ไม่มีสารสกัดมังกูด (blank)

สี : Y, สีเหลืองอ่อน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี , ความใส : +4, ใสมาก ; +3, ใสปานกลาง ; +2, ใสน้อย ; +1, ุ่นทึบ

ฟองอากาศ : +3, ฟองมาก ; +2, ฟองปานกลาง ; +1, ฟองน้อย ; -, ไม่มีฟองอากาศ

ความเหนอะหนะเมื่อทา : +3, เหนอะหนะมาก ; +2, เหนอะหนะปานกลาง ; +1, เหนอะหนะน้อย

ความเนียนเมื่อทา : +3, เนียนมาก ; +2, เนียนปานกลาง ; +1, เนียนน้อย (เกิดเป็นป็นขาวหลังทา)

ความเหลว : +4, เหลวมาก ; +3, เหลวปานกลาง ; +2, เหลวน้อย ; +1, หนืดไม่เหลว

ตำรับ 1J, 2J ใช้สูตรยาพื้น 1JB, 2JB ตามลำดับ, ตำรับ 3J, 5J, 6J, 8J ใช้สูตรยาพื้น 3JB, ตำรับ 4J ใช้สูตรยาพื้น 4JB, ตำรับ 7J ใช้สูตรยาพื้น 5JB,

ตำรับ 9J, 10J, 11J ใช้สูตรยาพื้น 6JB, ตำรับ 12J, 13J, 14J ใช้สูตรยาพื้น 7JB, ตำรับ 15J, 16J, 17J, 18J ใช้สูตรยาพื้น 8JB, 9JB, 10JB, 11JB ตามลำดับ

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพผลิตภัณฑ์เจลและยาพ่นเจล คำรับที่นำมาศึกษาฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ATCC 25923) ต่อ ดังแสดงในตารางที่ 4.14.3 คือคำรับที่ 1J, 2J, 3J, 8J, 9J, 10J, 15J และ 17J เนื่องจาก คำรับที่ 4J, 12J, 13J, 14J, 16J และ 18J ผลิตภัณฑ์มีสีขุ่นไม่ใส, คำรับที่ 5J, 6J, 7J, 11J และ 14J มีความใสของคำรับน้อย, คำรับที่ 7J นอกจากจะมีความใสน้อยแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังค่อนข้างเหลว ไม่นำมาใช้ จึงไม่นำมาศึกษาต่อ

ตารางที่ 4.14.3 แสดงฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ATCC 25923) ของคำรับผลิตภัณฑ์เจลและยาพ่นเจล

ฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย	คำรับ									
	1J	1JB	2J	2JB	3J	3JB	8J	3JB	9J	10J
Inhibition zone mean ต่อเชื้อ <i>S. aureus</i> (mm) $\pm$ SD	O	O	15.00 $\pm$ 0.00	14.00 $\pm$ 0.00	14.33 $\pm$ 0.25	14.22 $\pm$ 0.44	14.25 $\pm$ 0.25	14.22 $\pm$ 0.44	O	O
MIC (μ g/ml) ของสารสกัดมังคุด ต่อเชื้อ <i>S. aureus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

J : คำรับเจลที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester) JB : คำรับเจลที่ไม่มีสารสกัดมังคุด (blank)

ฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย : X , ไม่ได้ทำการทดสอบ

O , ไม่มีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ

คำรับ 1J, 2J ใช้สูตรยาพ่น 1JB, 2JB ตามลำดับ, คำรับ 3J, 8J ใช้สูตรยาพ่น 3JB,

คำรับ 9J, 10J ใช้สูตรยาพ่น 6JB, คำรับ 15J, 17J ใช้สูตรยาพ่น 8JB, 10JB ตามลำดับ

พบว่า การหา Inhibition zone ต่อเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) เกิด Zone ที่ไม่กว้าง ขากแก่การคัดเลือกสูตร จึงได้ศึกษาโดยหาค่า MIC ด้วยวิธี broth dilution method แทน ผลคือ คำรับที่ 15J และ 17J มีค่า MIC ของสารสกัดมังคุด ต่อเชื้อ *S. aureus* ที่เท่ากัน คือ 13.95 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และสูตรยาพื้นของคำรับทั้งสองไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) แต่ผลิตภัณฑ์เจลมังคุดที่เลือกนำมาศึกษาต่อ คือ คำรับที่ 15J เนื่องจาก ใช้ 96% Ethanol ในปริมาณที่น้อยกว่าคำรับที่ 17J ซึ่งการใช้เอทานอลมากเกินไป มีผลต่อการระคายเคืองผิวของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้คำรับที่ 15J มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อนน่าใช้ ความใสปานกลาง มีฟองอากาศน้อย มีความเนียนผิวเมื่อทา เหนอะหนะน้อยเมื่อทา ผลิตภัณฑ์มีความเหนียว และยาพื้นเจลไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ

3.2.2 คำรับผลิตภัณฑ์ยาน้ำใส

ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ATCC 25923) ของคำรับผลิตภัณฑ์ยาน้ำใส ดังตารางที่ 4.15.1 และ 4.15.2 พบว่า คำรับที่มีการเพิ่มปริมาณ 96% Ethanol และ Propylene glycol คำรับจะมีความใสมากขึ้น และการหา Inhibition zone ต่อเชื้อ *S. aureus* (ATCC 25923) เกิด zone ที่ไม่กว้าง ขากแก่การคัดเลือกสูตร จึงได้ศึกษาโดยหาค่า MIC ด้วยวิธี broth dilution method แทน

ตารางที่ 4.15.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของตำรับผลิตภัณฑ์ขนาน้ำใส

ลักษณะทางกายภาพ	ตำรับ													
	1S	1SB	2S	2SB	3S	3SB	4S	4SB	5S	5SB	6S	6SB	7S	7SB
สี	Y	W	Y	W	Y	W	Y	W	Y	W	G	G	G	G
pH	5.93	6.16	5.72	6.13	6.49	6.81	6.26	6.81	5.90	6.81	5.79	5.47	5.55	5.47
ตะกอน	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

S : ตำรับขนาน้ำใสที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester)

สี : Y, สีเหลืองอ่อน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี

SB : ตำรับขนาน้ำใสที่ไม่มีสารสกัดมังกุด (blank)

ตะกอน : -, ไม่มี; +, มี

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนาน้ำใส ตำรับที่นำมาศึกษาทุกตำรับที่เชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ATCC 25923) ต่อ ค้างแสดงในตารางที่ 4.15.2 คือ ตำรับที่ 2S, 3S, 4S, 5S และ 9S เนื่องจาก ตำรับที่ 1S มีตะกอนในตำรับและตำรับที่ 6S, 7S และ 8S สืผลึกกันเขียวเข้ม เมื่อนำมาหาผิวมีสีเขียวติดผิวหนัง ไม่น่าใช้

ตารางที่ 4.15.2 แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ATCC 25923) ของตำรับผลิตภัณฑ์ขมิ้นน้ำใส

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย	ตำรับ								
	2S	2SB	3S	3SB	4S	4SB	5S	5SB	9S
Inhibition zone mean ต่อเชื้อ <i>S. aureus</i> (mm) $\pm$ SD	15.79 $\pm$ 0.26	O	X	X	X	X	X	X	X
MIC (μ g/ml) ของสารสกัดมังคุดต่อเชื้อ <i>S. aureus</i>	X	X	7.11	ND	7.11	ND	4.44	ND	14.22

S : ตำรับขมิ้นน้ำใสที่มีสารสกัดสมุนไพร (tester)

SB : ตำรับขมิ้นน้ำใสที่ไม่มีสารสกัดมังคุด (blank)

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย : X, ไม่ได้ทำการทดสอบ, ND, ไม่สามารถคำนวณความเข้มข้นได้, O, ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ

จากตาราง 4.15.2 ตำรับขมิ้นน้ำใสมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียต่อเชื้อ *S. aureus* ที่ 9S เนื่องจากตำรับนี้ใช้สารสกัดขมิ้นในปริมาณที่น้อย คือใช้สารสกัดมังคุด 0.05% และให้ค่า MIC 14.22 ไมโครกรัม/มิลลิตร ซึ่งให้ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่ดี แม้จะไม่ได้เท่ากับ 5S ที่ใช้ปริมาณสารสกัดมังคุดในเปอร์เซ็นต์ที่เท่ากัน แต่พบว่าตำรับ 9S ใช้ปริมาณ 96% Ethanol น้อยกว่าตำรับ 5S ซึ่งการใช้เอทานอลในปริมาณมาก มีผลต่อการระคายเคืองผิวของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ จึงเลือกตำรับ 9S นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์นี้ก็ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ และไม่มีตะกอน

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์รูปแบบคล้ายกันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

จากการศึกษาหาค่า MIC และ MBC ของ 5% Benzoyl peroxide gel (PanOxyl[®] Acnegel) และ 1% Clindamycin solution (Clinda-M[®]) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลและยาน้ำใสมังคุด ดังแสดงในตาราง 4.16 และ 4.17 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งสองให้ค่า MIC และ MBC ต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด แต่ต่ำกว่า Benzoyl peroxide gel สำหรับ Clindamycin solution ให้ค่า MIC ต่ำสุด คือ 0.038 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ตารางที่ 4.16 แสดงค่า MIC ของผลิตภัณฑ์ ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923)

สารที่ใช้	ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	
	<i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> (ATCC 25923)
0.25% ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด	13.95	13.95
5% Benzoyl peroxide gel (PanOxyl [®] Acnegel)	41.02	41.02
0.05% ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด	14.22	14.22
1% Clindamycin solution (Clinda-M [®])	0.038	0.076

ตารางที่ 4.17 แสดงค่า MBC ของผลิตภัณฑ์ต่อเชื้อ *P. acnes* และ *S. aureus* (ATCC 25923)

สารที่ใช้	ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ (MBC) (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	
	<i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> (ATCC 25923)
0.25% ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด	13.95	13.95
5% Benzoyl peroxide gel (PanOxyl [®] Acnegel)	82.03	82.03
0.05% ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด	14.22	14.22
1% Clindamycin solution (Clinda-M [®])	1.22	78.12

5. การทดสอบความคงสภาพของสารสกัด ผลิตภัณฑ์เจล และยาน้ำใสจากสารสกัดเปลือกมังคุด

5.1 การทดสอบความคงสภาพเบื้องต้นในสภาวะเร่ง

จากการทดสอบความคงสภาพในสภาวะเร่งของสารสกัดและผลิตภัณฑ์จากเปลือกผลมังคุด หลังจากเก็บที่อุณหภูมิร้อน (45 °ซ)- เย็น (4-8 °ซ) สลับกัน 6 รอบ พบว่า มีสีเข้มขึ้น ดังรูปที่ 4.10-4.11 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ความใสคงเดิม ไม่เกิดตะกอน และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* และ *S. aureus* ให้ค่า MIC เท่าเดิม เมื่อเทียบกับหลังเตรียมเสร็จ ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และผลิตภัณฑ์เจลมีความหนืดลดลงหลังจากเก็บที่อุณหภูมิร้อน (45 °ซ)-เย็น (4-8 °ซ) สลับกัน 6 รอบ ดังตารางที่ 4.19



เมื่อเตรียมเสร็จ

ร้อน-เย็นสลับกัน 6 รอบ

รูปที่ 4.10 สารสกัดเปลือกผลมังคุดเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้น



เมื่อเตรียมเสร็จ

ร้อน-เย็นสลับกัน 6 รอบ

รูปที่ 4.11 ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด, ตัวทำละลายยาน้ำใส, ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด และยาพื้นเจล

เมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้น

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการทดสอบความคงสภาพของแต่ละตำรับเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้น

ตำรับ	เมื่อเตรียมเสร็จ	ร้อน-เย็นสลับกัน 6 รอบ
1%สารสกัดเปลือกมังคุด		
สี	YY	+++
pH	5.81	5.83
ตะกอน	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	4.88	4.88
ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด		
สี	Y	++
pH	5.52	5.58
ความใส	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	13.95	13.95
ยาพื้นเจล		
สี	W	-
pH	5.50	5.56
ความใส	+4	+4
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	-	-
ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด		
สี	Y	+
pH	6.08	6.13
ตะกอน	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	14.219	14.219
ตัวทำละลายยาน้ำใส		
สี	W	-
pH	6.51	6.68
ตะกอน	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	ND	ND

สี: Y, สีเหลืองอ่อน; YY, สีเหลืองอำพัน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี

-, ไม่เปลี่ยนแปลง; +, เข้มขึ้นเล็กน้อย; ++, เข้มขึ้นปานกลาง; +++, เข้มขึ้นมาก

ความใส: +4, ใสมาก; +3, ใสปานกลาง; +2, ใสน้อย; +1, ขุ่นทึบ

ตะกอน: -, ไม่มี; +, มี

ฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย: -, ไม่มีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ

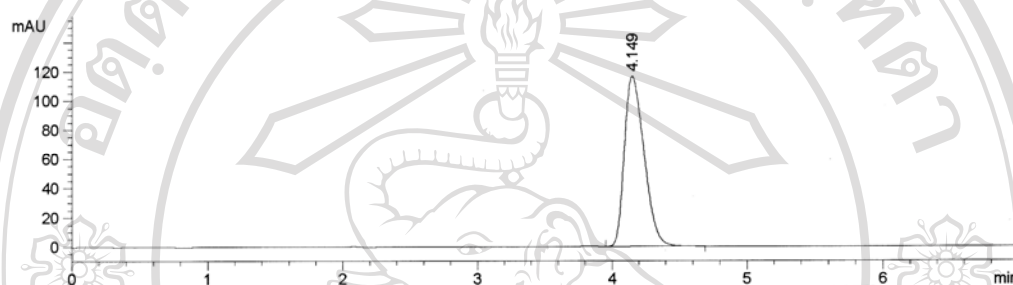
ND, ไม่สามารถคำนวณความเข้มข้นได้

จากทดสอบความหนืดของผลิตภัณฑ์เจลมังคุดและยาพื้นเจลเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้น พบว่าผลิตภัณฑ์เจลมังคุดและยาพื้นเจลมีความหนืดลดลงหลังเก็บที่อุณหภูมิร้อน-เย็นสลับกัน 6 รอบ ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.19

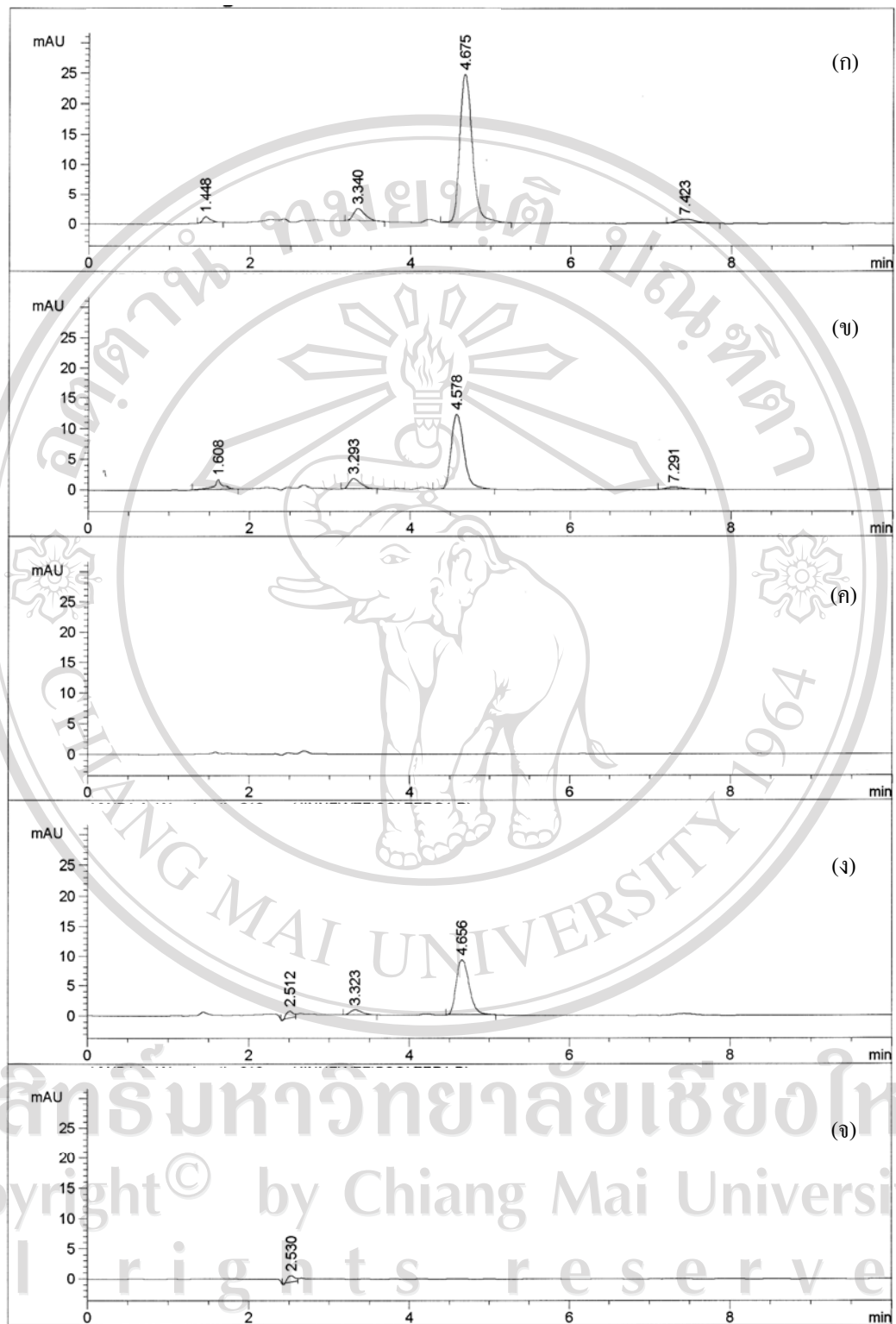
ตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบความหนืดของผลิตภัณฑ์เจลมังคุดและยาพื้นเจลเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้น

		ความแรงกระทำ ที่ความเร็ว (รอบ/นาท)	ผลิตภัณฑ์เจล มังคุด	ยาพื้นเจล
ความหนืด เฉลี่ย (cP)±SD	หลังเตรียม	100	6,350.00 ± 0	6,225.00 ± 7.07
	เสร็จ	200	3,832.50 ± 10.61	3,850.00 ± 0
	หลังเก็บที่ อุณหภูมิร้อน	100	5,090.00 ± 28.28	4,770.00 ± 14.14
	(45 °C)- เย็น (4-8 °C) สลับกัน 6 รอบ	200	3,117.50 ± 3.54	2,962.50 ± 3.54

จากการทดสอบความคงสภาพทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบสำคัญในตำรับ คือ แมนโกสติน (mangostin) โดยโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง ได้โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานแมนโกสติน และตำรับที่เตรียม ดังรูปที่ 4.12-4.13 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิร้อน-เย็นสลับกัน 6 รอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์เจลและยาน้ำสมุนไพรมีปริมาณแมนโกสตินลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตาราง 4.20 (แสดงการคำนวณหาปริมาณสารแมนโกสติน ในภาคผนวก ค)



รูปที่ 4.12 แสดงโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานแมนโกสติน



รูปที่ 4.13 แสดงโครมาโตแกรมของสารสกัดมังคุด (ก), เจลมังคุด (ข), ยาพื้นเจล (ค), ยาน้ำสมุนไพร (ง) และ ตัวทำละลายยาน้ำใส (จ)

ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณแอมงโกสดิน ของแต่ละตำรับเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพเบื้องต้นเมื่อวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง

ตำรับ	ปริมาณแอมงโกสดิน (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)	
	เมื่อเตรียมเสร็จ	ร้อน (45 °ซ) - เย็น (4-8 °ซ) สลับกัน 6 รอบ
1%สารสกัดเปลือกมังคุด	9.49 ± 0.54	9.87 ± 1.26
ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด	8.06 ± 0.92	7.60 ± 1.24
ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด	7.73 ± 1.23	7.19 ± 1.21

5.2 การทดสอบความคงสภาพระยะยาว

จากการทดสอบความคงสภาพในสภาวะระยะยาวของสารสกัด, ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว และหลอดพลาสติก) และยาน้ำใสมังคุด พบว่า หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 °ซ ครบ 6 เดือน มีความคงสภาพดี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสี ตะกอน ความใส และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* และ *S. aureus* เมื่อเทียบกับหลังเตรียมเสร็จ, ที่อุณหภูมิ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% และอุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% หลังเก็บครบ 6 เดือน พบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน คือมีสีเข้มขึ้นทุกตำรับ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียต่อทั้งสองเชื้อของผลิตภัณฑ์เจลมังคุดที่บรรจุในหลอดพลาสติก มีค่า MIC ที่สูงขึ้น ส่วนตำรับอื่นๆ ค่า MIC ไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในตารางที่ 4.21-4.23, รูปที่ 4.14-4.25 และแสดงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์รวมภาชนะบรรจุที่เปลี่ยนแปลงหลังการทดสอบความคงสภาพ ในภาคผนวก

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบความคงสภาพของแต่ละตำรับเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพ ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4-8 °ซ

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
1%สารสกัดเปลือกมังคุด			
สี	YY	-	-
pH	5.83	5.58	5.64
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (μg/ml)	4.88	4.88	4.88

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
ผลิตภัณฑ์เจลมังกูด (บรรจุขวดแก้ว)			
สี	Y	-	-
pH	5.59	5.70	5.71
ความใส	+3	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	13.95	13.95	13.95
ผลิตภัณฑ์เจลมังกูด (บรรจุหลอดพลาสติก)			
สี	Y	-	-
pH	5.59	5.77	5.67
ความใส	+3	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	13.95	13.95	27.90
ยาพื้นเจล (บรรจุขวดแก้ว)			
สี	W	-	-
pH	5.58	5.70	5.66
ความใส	+4	+4	+4
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	-	-	-
ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังกูด			
สี	Y	-	-
pH	6.34	6.10	6.07
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	14.219	14.219	14.219
ตัวทำละลายยาน้ำใส			
สี	W	-	-
pH	6.33	6.40	6.55
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	ND	ND	ND

สี: Y, สีเหลืองอ่อน; YY, สีเหลืองอำพัน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี

-, ไม่เปลี่ยนแปลง; +, เพิ่มขึ้นเล็กน้อย; ++, เพิ่มขึ้นปานกลาง; +++, เพิ่มขึ้นมาก

ความใส: +4, ใสมาก; +3, ใสปานกลาง; +2, ใสน้อย; +1, ขุ่นทึบ, ตะกอน: -, ไม่มี; +, มี

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย: -, ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ, ND, ไม่สามารถคำนวณความเข้มข้นได้

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการทดสอบความคงสภาพของแต่ละตำรับเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพ ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
1% สารสกัดเปลือกมังคุด			
สี	YY	+	+
pH	5.83	5.54	5.73
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (µg/ml)	4.88	4.88	4.88
ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว)			
สี	Y	++	++
pH	5.59	5.71	5.68
ความใส	+3	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (µg/ml)	13.95	13.95	13.95
ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก)			
สี	Y	++	++
pH	5.59	5.76	5.68
ความใส	+3	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (µg/ml)	13.95	13.95	27.90
ยาพื้นเจล (บรรจุขวดแก้ว)			
สี	W	-	-
pH	5.58	5.71	5.63
ความใส	+4	+4	+4
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (µg/ml)	-	-	-
ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสมังคุด			
สี	Y	+	+
pH	6.34	5.79	6.00
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC (µg/ml)	14.219	14.219	14.219

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
ตัวทำละลายยาน้ำใส			
สี	W	-	-
pH	6.33	6.88	6.97
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	ND	ND	ND

สี: Y, สีเหลืองอ่อน; YY, สีเหลืองอำพัน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี

-, ไม่เปลี่ยนแปลง; +, เข้มขึ้นเล็กน้อย; ++, เข้มขึ้นปานกลาง; +++, เข้มขึ้นมาก

ความใส: +4, ใสมาก; +3, ใสปานกลาง; +2, ใสน้อย; +1, ขุ่นทึบ, ตะกอน: -, ไม่มี; +, มี

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย: -, ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ

ND, ไม่สามารถคำนวณความเข้มข้นได้

ตารางที่ 4.23 แสดงผลการทดสอบความคงสภาพของแต่ละตำรับเมื่อเตรียมเสร็จและเมื่อผ่านการทดสอบความคงสภาพ ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
1% สารสกัดเปลือกมังคุด			
สี	YY	+++	+++
pH	5.83	5.39	5.42
ตะกอน	-	-	-
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	4.88	4.88	4.88
ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว)			
สี	Y	++	+++
pH	5.59	5.69	5.67
ความใส	+3	+3	+3
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	13.95	13.95	13.95

ตำรับ	ลักษณะทางกายภาพและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณ เวลาต่างๆ		
	เมื่อเตรียมเสร็จ	3 เดือน	6 เดือน
ผลิตภัณฑ์เจลล้างมือ (บรรจุหลอดพลาสติก) สี pH ความใส ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	Y 5.59 +3 13.95	+++ 5.75 +3 13.95	+++ 5.66 +3 27.90
ยาพื้นเจล (บรรจุขวดแก้ว) สี pH ความใส ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	W 5.58 +4 -	- 5.67 +4 -	- 5.68 +4 -
ผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสล้างมือ สี pH ตะกอน ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	Y 6.34 - 14.219	+ 5.43 - 14.219	+ 5.67 - 14.219
ตัวทำละลายยาน้ำใส สี pH ตะกอน ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย MIC ($\mu\text{g/ml}$)	W 6.33 - ND	- 6.71 - ND	- 6.74 - ND

สี: Y, สีเหลืองอ่อน; YY, สีเหลืองอำพัน; G, สีเขียวเข้ม; W, ไม่มีสี

-, ไม่เปลี่ยนแปลง; +, เพิ่มขึ้นเล็กน้อย; ++, เพิ่มขึ้นปานกลาง; +++, เพิ่มขึ้นมาก

ความใส: +4, ใสมาก; +3, ใสปานกลาง; +2, ใสน้อย; +1, ขุ่นทึบ, ตะกอน: -, ไม่มี; +, มี

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย: -, ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในความเข้มข้นที่ทดสอบ, ND, ไม่สามารถคำนวณความเข้มข้นได้



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.14 สารสกัดเปลือกผลมังคุดที่อุณหภูมิ 4 °ซ ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.15 สารสกัดเปลือกผลมังคุดที่อุณหภูมิ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.16 สารสกัดเปลือกผลมังคุดที่อุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.17 ผลิตกัณฑ์ยาน้ำไสมังคุดที่อุณหภูมิ 4 °ซ ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.18 ผลิตกัณฑ์ยาน้ำไสมังคุดที่อุณหภูมิ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0 เดือนที่ 3 เดือนที่ 6

รูปที่ 4.19 ผลิตกัณฑ์ยาน้ำไสมังคุดที่อุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

เดือนที่ 6

รูปที่ 4.20 ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) ที่อุณหภูมิ 4 °C ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

เดือนที่ 6

รูปที่ 4.21 ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว)

ที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

เดือนที่ 6

รูปที่ 4.22 ผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว)

ที่อุณหภูมิ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

เดือนที่ 6

รูปที่ 4.23 ผลิตกัณฑ์เจลมั่งคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ณ เวลาต่างๆ



เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

เดือนที่ 6

รูปที่ 4.24 ผลิตกัณฑ์เจลมั่งคุด (บรรจุหลอดพลาสติก)
ที่อุณหภูมิ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% ณ เวลาต่างๆ



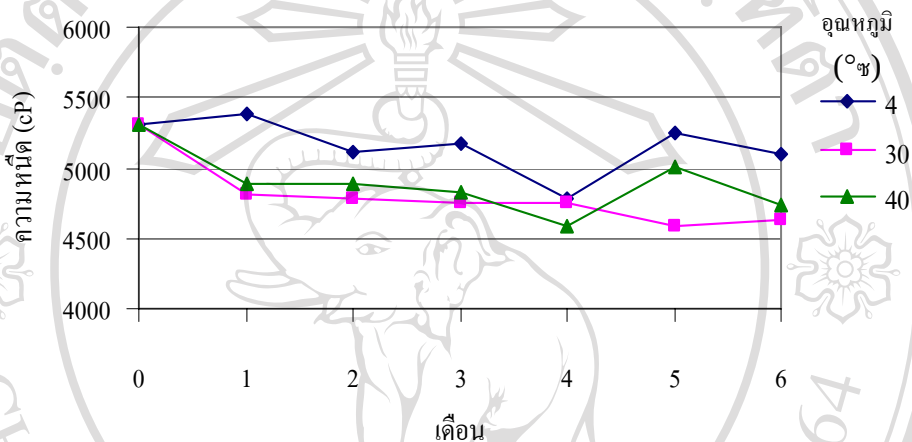
เดือนที่ 0

เดือนที่ 3

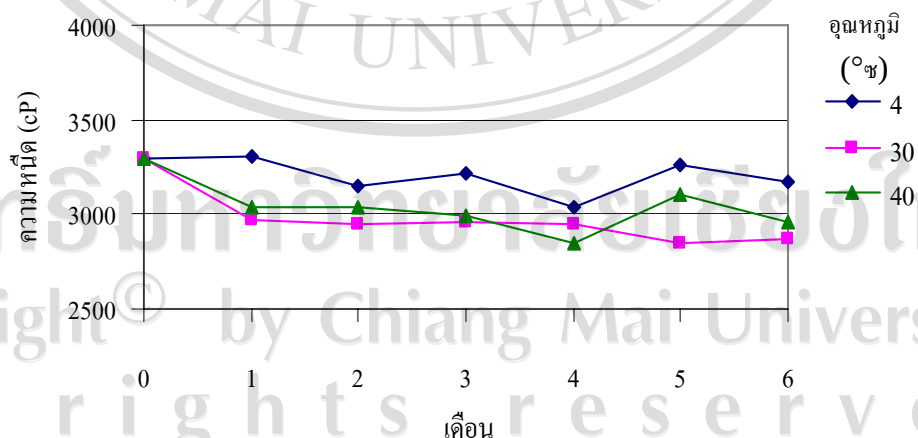
เดือนที่ 6

รูปที่ 4.25 ผลิตกัณฑ์เจลมั่งคุด (บรรจุหลอดพลาสติก)
ที่อุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ณ เวลาต่างๆ

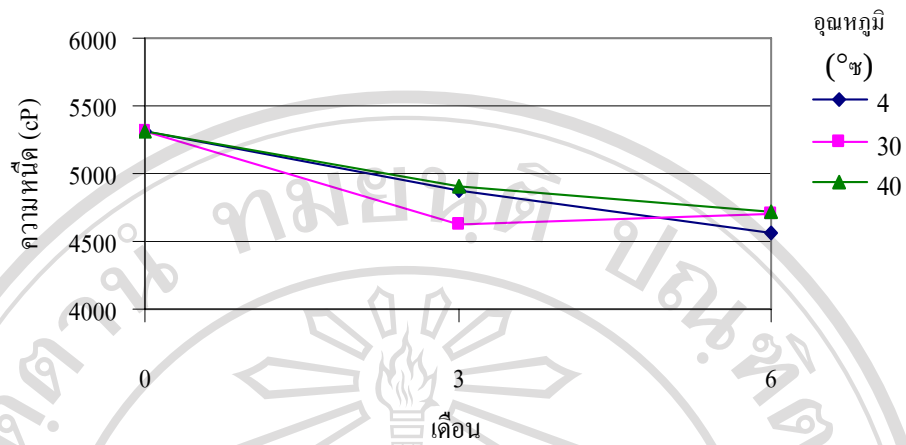
จากการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เจลมังคุดและยาพื้นเจล โดยวัดความหนืด ในช่วงเวลา 6 เดือน ซึ่งให้แรงกระทำที่ความเร็ว 100 และ 200 รอบ/นาที พบว่าผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) ความหนืดลดลงในช่วง 4 เดือนแรก ในเดือนที่ 5 และ 6 ความหนืดเพิ่มขึ้นและลดลงอีก และผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ความหนืดลดลงอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 3 และ 6 ส่วนยาพื้นเจล (บรรจุขวดแก้ว) ความหนืดไม่คงที่ เพิ่มขึ้นและลดลงตลอดช่วงเวลา 6 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 4.26-4.31



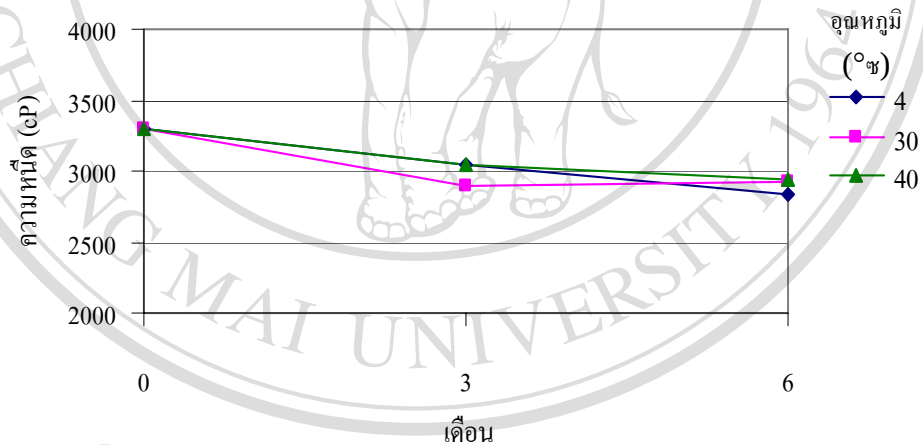
รูปที่ 4.26 แสดงความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) โดยวัดความหนืด ให้แรงกระทำที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน



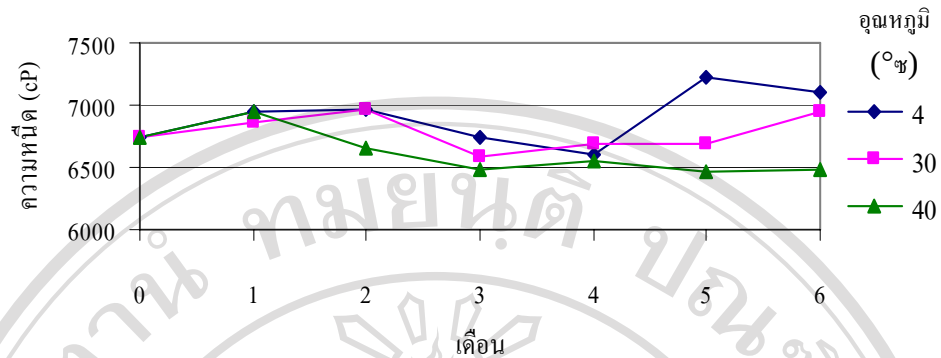
รูปที่ 4.27 แสดงความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) โดยวัดความหนืด ให้แรงกระทำที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน



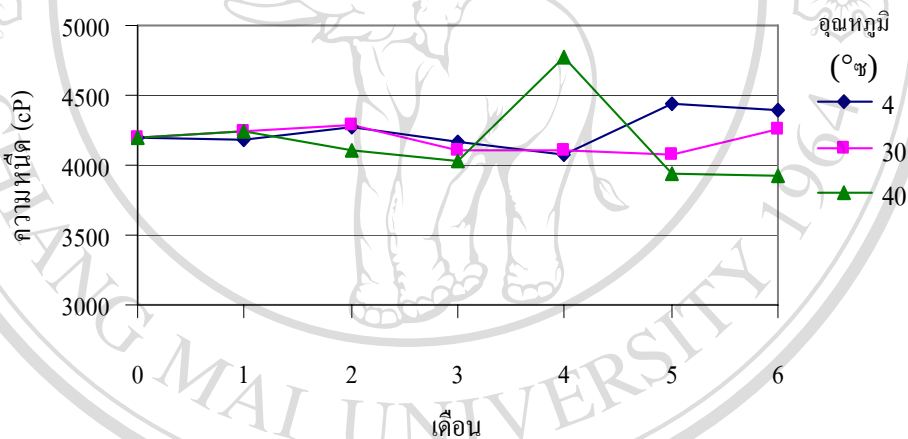
รูปที่ 4.28 แสดงความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เจลมันักุด (บรรจุหลอดพลาสติก) โดยวัดความหนืดให้แรงกระทำที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน



รูปที่ 4.29 แสดงความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เจลมันักุด (บรรจุหลอดพลาสติก) โดยวัดความหนืดให้แรงกระทำที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน

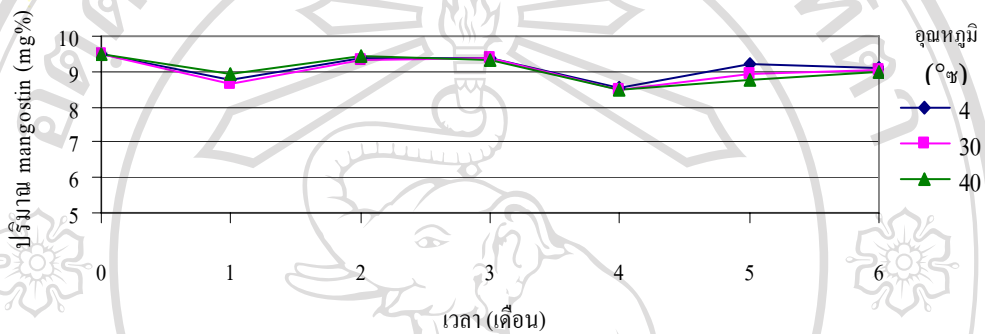


รูปที่ 4.30 แสดงความคงสภาพของยาพินเจล (บรรจุขวดแก้ว) โดยวัดความหนืดให้แรงกระทำที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน

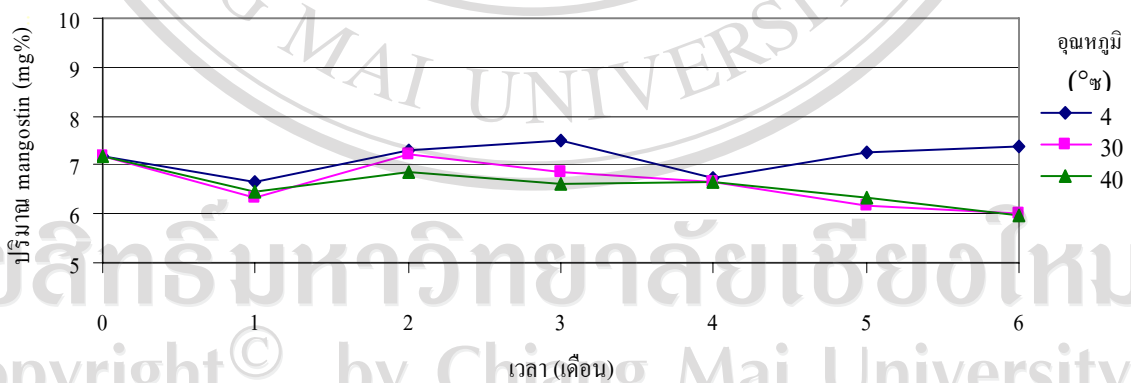


รูปที่ 4.31 แสดงความคงสภาพของยาพินเจล (บรรจุขวดแก้ว) โดยวัดความหนืดให้แรงกระทำที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ในช่วงเวลา 6 เดือน

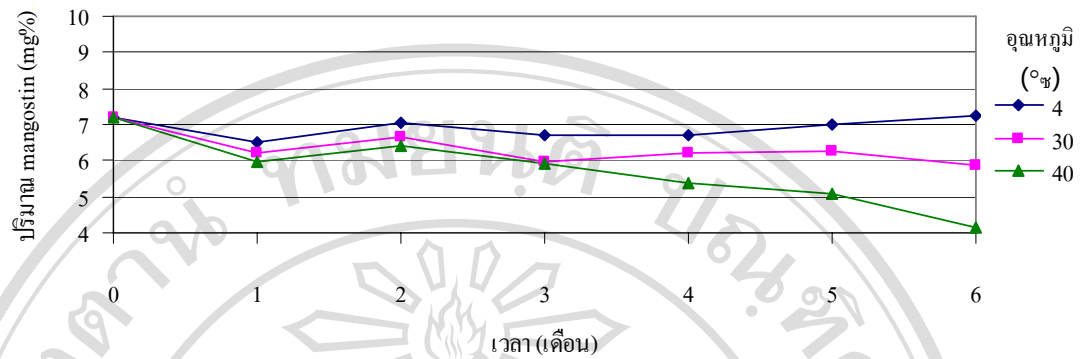
การทดสอบความคงสภาพระยะยาว โดยวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารสกัดและผลิตภัณฑ์จากเปลือกผลมังคุด คือ แมงโกสทิน (mangostin) ด้วยวิธีโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatographic, HPLC) ณ ช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่าเจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) เก็บที่อุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% มีปริมาณแมงโกสทินลดลงมากกว่าเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) และยาน้ำใสมังคุด ดังรูปที่ 4.32-4.35



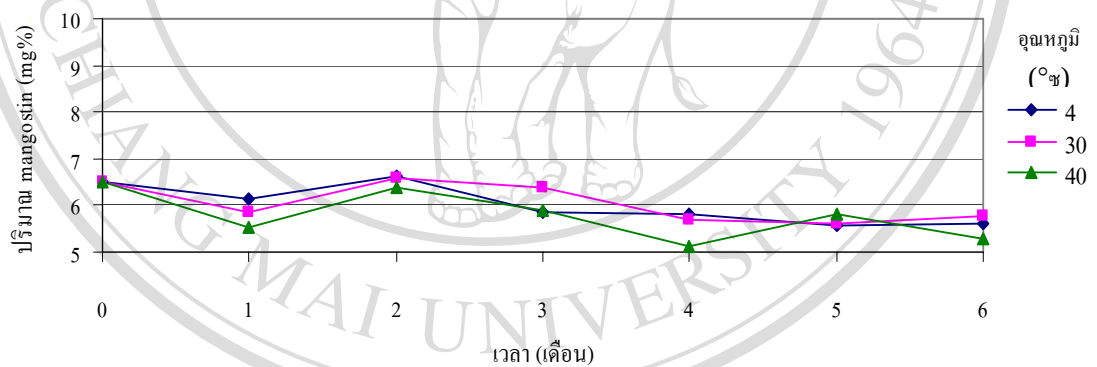
รูปที่ 4.32 แสดงปริมาณ mangostin ของสารสกัดมังคุดในช่วงเวลา 6 เดือน



รูปที่ 4.33 แสดงปริมาณ mangostin ของเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) ในช่วงเวลา 6 เดือน

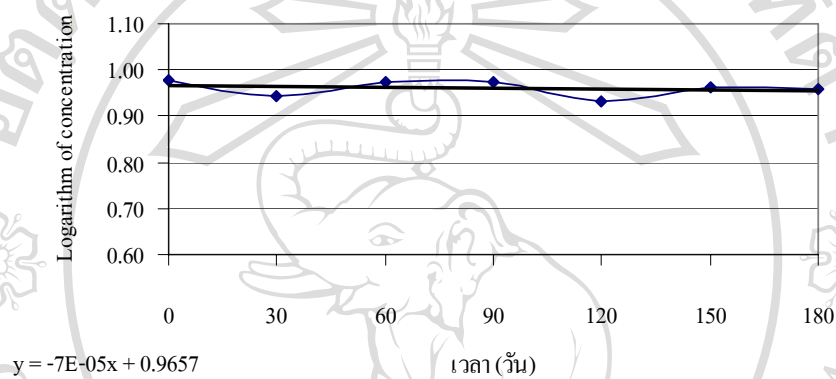


รูปที่ 4.34 แสดงปริมาณ mangostin ของเจดมังกุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ในช่วงเวลา 6 เดือน



รูปที่ 4.35 แสดงปริมาณ mangostin ของยาน้ำไสมังกุด ในช่วงเวลา 6 เดือน

จากการทดสอบความคงสภาพระยะยาว นำมาหาอายุของผลิตภัณฑ์ โดยการหาเวลาที่ใช้ในการสลายตัวของยา 10% ได้ผลดังการคำนวณจากสมการเส้นตรงของรูปที่ 4.36-4.47 พบว่า เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของผลิตภัณฑ์เจลมิ่งคูด (บรรจุขวดแก้ว) นาน 150.53 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ซึ่งมีความคงตัวได้ดีกว่าเจลมิ่งคูด (บรรจุหลอดพลาสติก) และยาน้ำไสมิ่งคูด ที่มีอายุเพียง 41.05 และ 112.90 วัน ตามลำดับ



รูปที่ 4.36 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของสารสกัดมิ่งคูด ที่ 4 °ซ

จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -7E-05x + 0.9657$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00016 \text{ วัน}^{-1}$$

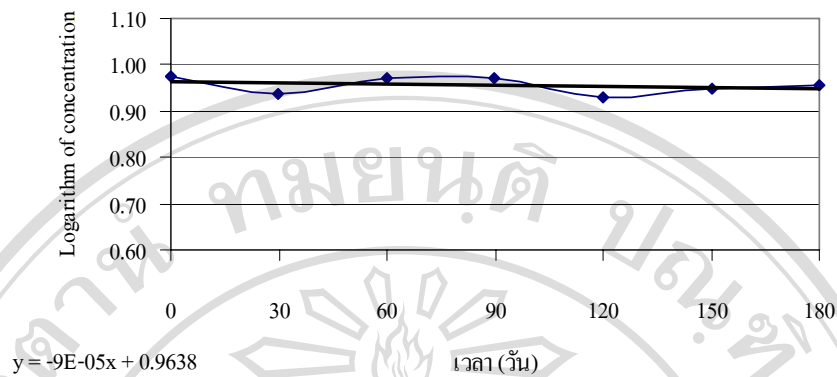
$$t_{1/2} = 4298.74 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 645.12 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของสารสกัดมิ่งคูด เก็บที่ 4 °ซ เท่ากับ 645.12 วัน

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูปที่ 4.37 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของสารสกัดมังคุด ที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

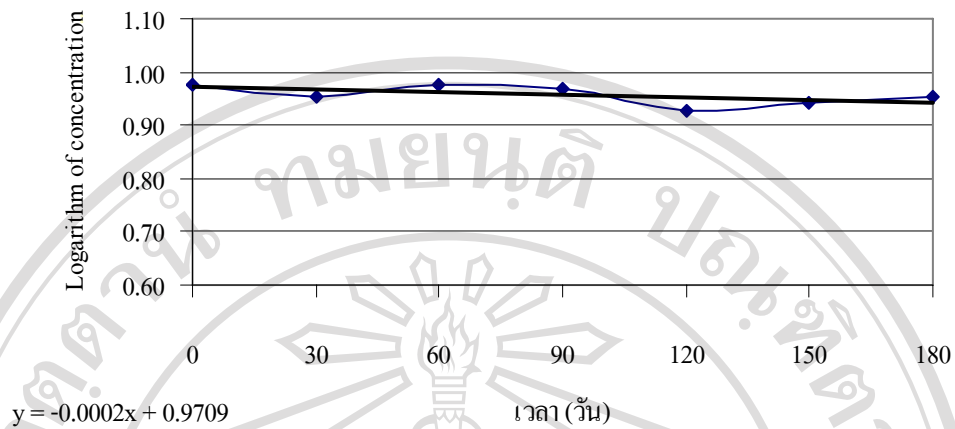
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -9E-05x + 0.9638$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00021 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 3343.47 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 501.76 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของสารสกัดมังคุด เมื่อเก็บที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% เท่ากับ 501.76 วัน



รูปที่ 4.38 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของสารสกัดมังคุด ที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

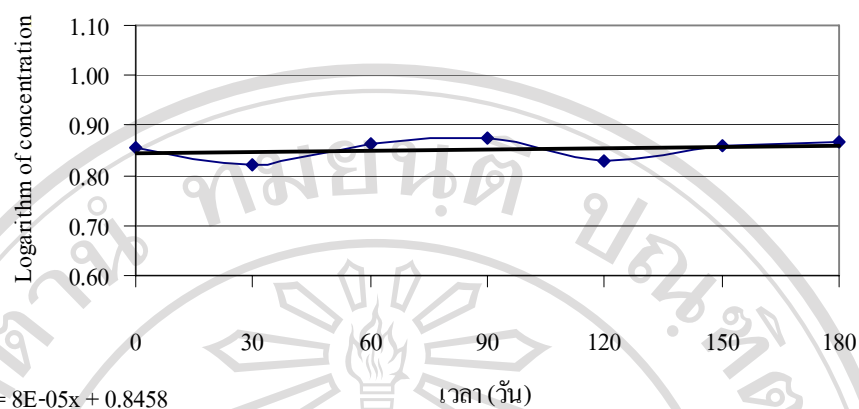
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0002x + 0.9709$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00046 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 1504.56 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 225.79 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของสารสกัดมังคุด เมื่อเก็บที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เท่ากับ 225.79 วัน



รูปที่ 4.39 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมังกุด (บรรจุขวดแก้ว) ที่ 4 °ซ

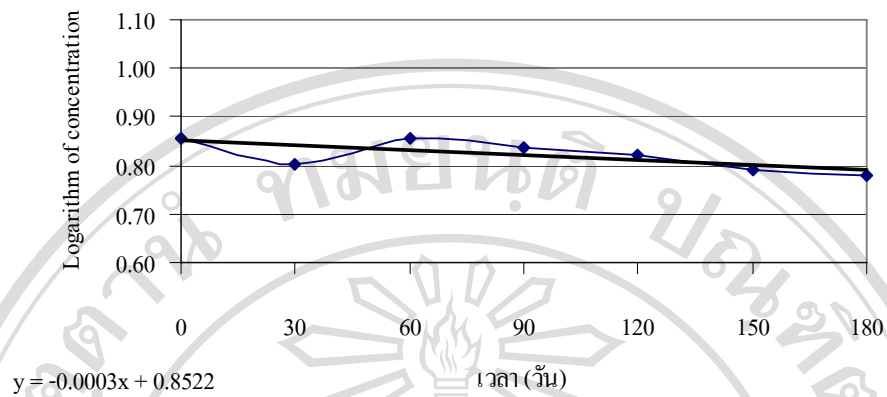
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -8E-05x + 0.8458$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00018 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 3761.40 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 564.48 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมังกุด (บรรจุขวดแก้ว) เก็บที่ 4 °ซ เท่ากับ 564.48 วัน



รูปที่ 4.40 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) ที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

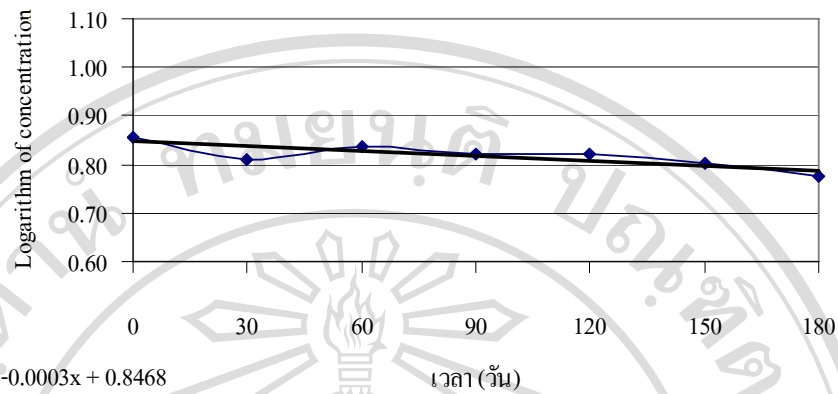
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0003x + 0.8522$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00069 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 1003.04 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 150.53 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) เมื่อเก็บที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% เท่ากับ 150.53 วัน



รูปที่ 4.41 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา
สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว)
ที่ 40 ° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

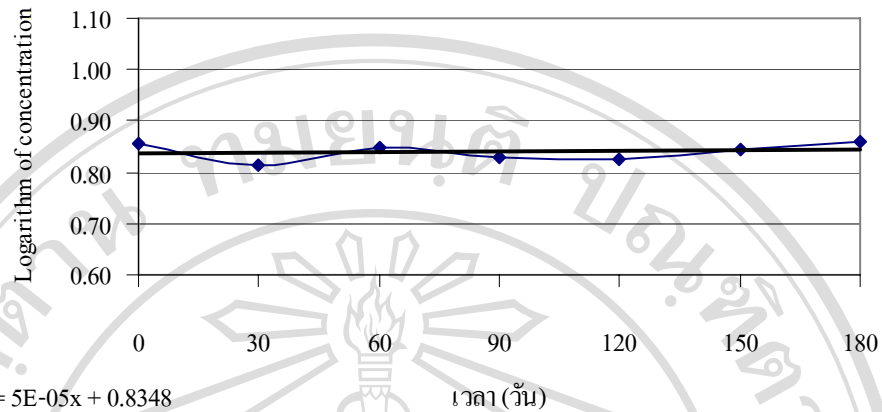
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0003x + 0.8468$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00069 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 1003.04 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 150.53 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมังคุด (บรรจุขวดแก้ว) เมื่อเก็บที่ 40 ° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เท่ากับ 150.53 วัน



รูปที่ 4.42 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ที่ 4 °ซ

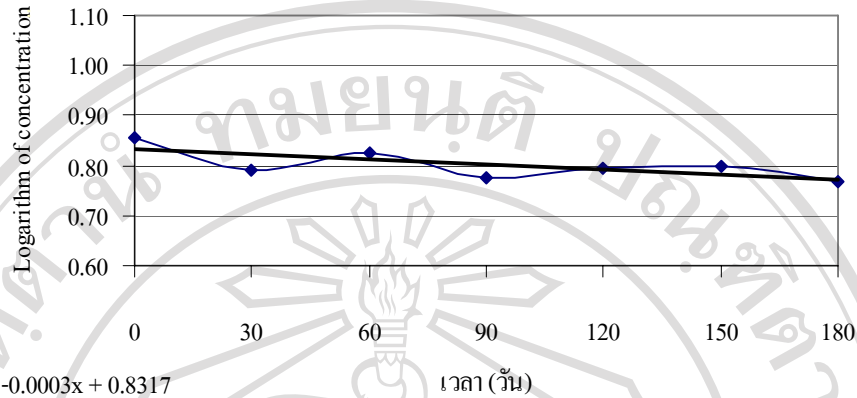
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -5E-05x + 0.8348$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00012 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 6018.24 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 903.17 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) เก็บที่ 4 °ซ เท่ากับ 903.17 วัน



รูปที่ 4.43 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

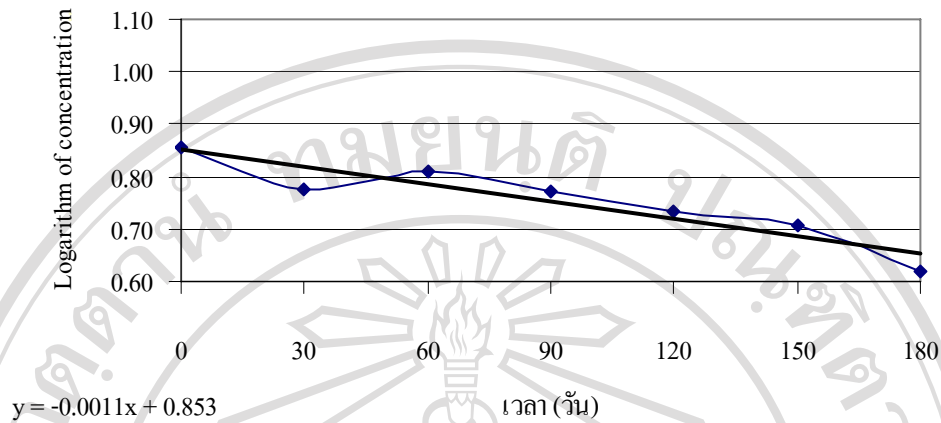
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0003x + 0.8317$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00069 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 1003.04 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 150.53 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมังคุด (บรรจุหลอดพลาสติก) เมื่อเก็บที่ 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65% เท่ากับ 150.53 วัน



รูปที่ 4.44 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของเจลมันักุด (บรรจุหลอดพลาสติก) ที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

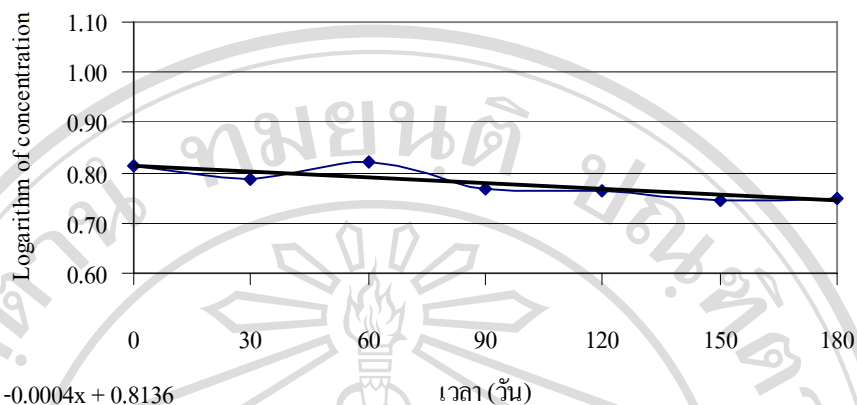
จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0011x + 0.853$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00253 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 273.56 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 41.05 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของเจลมันักุด (บรรจุหลอดพลาสติก) เมื่อเก็บที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เท่ากับ 41.05 วัน



รูปที่ 4.45 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของยาน้ำไอสมังคุด ที่ 4 °ซ

จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0004x + 0.8136$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00092 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 752.28 \text{ วัน}$$

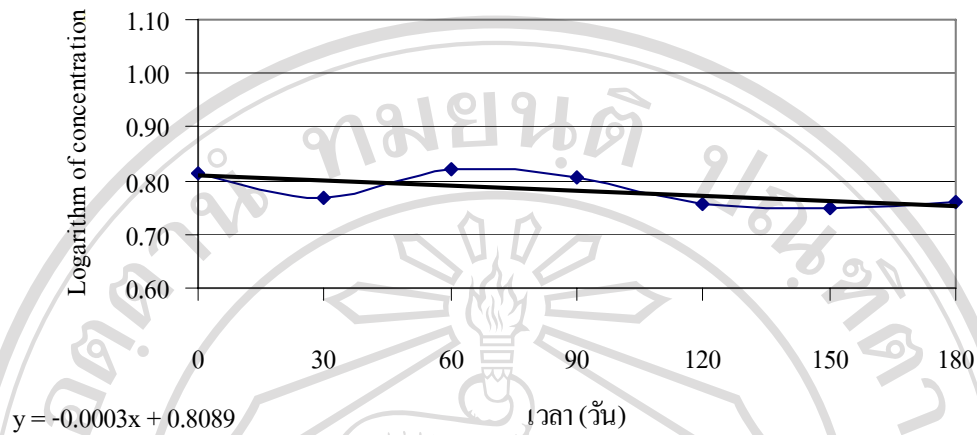
$$t_{90} = 112.90 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของยาน้ำไอสมังคุด เก็บที่ 4 °ซ เท่ากับ 112.90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูปที่ 4.46 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของยาน้ำไสมังคุด ที่ 30 ° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0003x + 0.8089$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00069 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 1003.04 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 150.53 \text{ วัน}$$

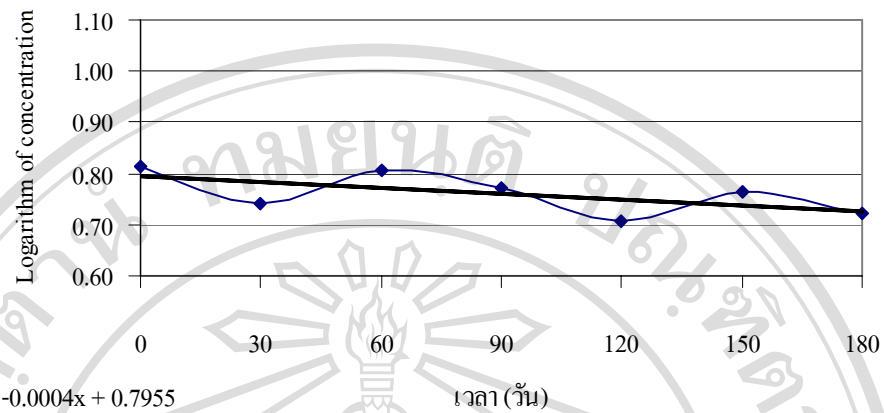
เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของยาน้ำไสมังคุด เมื่อเก็บที่ 30 ° ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

เท่ากับ 150.53 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูปที่ 4.47 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง logarithm ของความเข้มข้นกับเวลา
สำหรับการสลายตัวแบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของยาน้ำไอสมังคุด
ที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75%

จากสมการเส้นตรงที่ได้ $y = -0.0004x + 0.7955$ นำมาคำนวณ ได้ผลดังนี้

$$k = 0.00092 \text{ วัน}^{-1}$$

$$t_{1/2} = 752.28 \text{ วัน}$$

$$t_{90} = 112.90 \text{ วัน}$$

เวลาที่ใช้ในการสลายตัว 10% ของยาน้ำไอสมังคุด เมื่อเก็บที่ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75%
เท่ากับ 112.90 วัน

6. การทดสอบการระคายเคืองผิวหนังเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นในสัตว์ทดลองและอาสาสมัคร

การทดสอบการระคายเคืองผิวหนังเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นในสัตว์ทดลองและอาสาสมัคร พบว่าทุกตำรับไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองในสัตว์ทดลองและอาสาสมัคร ดังแสดงในตาราง 4.24 และ 4.25 และรูปที่ 4.48 และ 4.49 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 คะแนนและการประเมินอาการระคายเคืองเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เปลือกมังคุดในกระต่าย

เวลา (ชั่วโมง)	คะแนนเฉลี่ยอาการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์							
	เจลมังคุด		ยาพื้นเจล		ยาน้ำใสมังคุด		ตัวทำละลายยาน้ำใส	
	แดง	บวม	แดง	บวม	แดง	บวม	แดง	บวม
1	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่าดัชนีการระคายเคืองต่อผิวหนัง	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS : not significant



ก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ หลังทดสอบ
รูปที่ 4.48 การทดสอบการระคายเคืองเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์จากสารสกัดมังคุดในกระต่าย
เมื่อ A คือ ยาน้ำใสมังคุด, B คือ ตัวทำละลายยาน้ำใส, C คือ เจลมังคุด, D คือ ยาพื้นเจล
และ E คือ แผ่นแปะที่ไม่มีตัวยา (negative control)

ตารางที่ 4.25 คะแนนและการประเมินอาการระคายเคืองเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ไปส้อมังคุดในอาสาสมัคร

เวลา (ชั่วโมง)	คะแนนเฉลี่ยอาการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์							
	เจลมังคุด		ยาพื้นเจล		ยาน้ำใสมังคุด		ตัวทำละลายยาน้ำใส	
	แดง	บวม	แดง	บวม	แดง	บวม	แดง	บวม
1	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่าดัชนีการระคายเคืองต่อผิวหนัง	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS : not significant



ขณะทดสอบ



หลังทดสอบ

รูปที่ 4.49 การทดสอบการระคายเคืองเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์จากสารสกัดมังคุดในอาสาสมัคร
เมื่อ A คือ ยาน้ำใสมังคุด, B คือ ตัวทำละลายยาน้ำใส, C คือ เจลมังคุด และ D คือ ยาพื้นเจล

7. การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเปลือกมังคุด

ทำการสำรวจความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเปลือกมังคุด 2 รูปแบบ คือ เจล และยาน้ำใส ตามแบบสอบถามที่แสดงในภาคผนวก จ โดยให้อาสาสมัคร 15 คน ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบ แล้วตอบแบบสอบถาม พบว่าผลิตภัณฑ์เจลได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ส่วนผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสอยู่ในระดับพอใช้ ดังแสดงในตาราง 4.26

ตารางที่ 4.26 คะแนนความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์จากสารสกัดเปลือกมังคุด

ปัจจัยที่ประเมิน	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ SD	
	เจล	ยาน้ำใส
สี	3.00 ± 0.65	2.47 ± 0.52
กลิ่น	2.53 ± 0.83	1.93 ± 0.70
ลักษณะเนื้อ	2.93 ± 0.59	2.93 ± 0.46
การซึมซาบผิว	3.00 ± 0.53	2.47 ± 0.64
การกระจายตัวเมื่อทา	2.80 ± 0.56	2.67 ± 0.62
ความพึงพอใจโดยรวม	2.73 ± 0.46	2.40 ± 0.51