

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมสารสกัดหยาบใบดาวเรือง

งานวิจัยนี้เตรียมสารสกัดจากใบดาวเรืองด้วยวิธีการหมัก (Maceration) โดยใช้ใบดาวเรืองแห้ง บดละเอียด น้ำหนักเท่ากับ 1.20 กิโลกรัม แช่ในเมทานอลปริมาตร 4 ลิตร กรองแยกกากและของเหลว ผลกรอง จากนั้นทำการระเหยเมทานอลออกได้สารสกัดหยาบเมทานอลของใบดาวเรือง น้ำหนักเท่ากับ 216.10 กรัม มีลักษณะของเหลวหนืดเกือบสีเขียวเข้ม และผลได้เป็นร้อยละ 18.00 เมื่อเปรียบเทียบกับ น้ำหนักของดอกดาวเรืองแห้ง จากนั้นทำการจัดกลุ่มสารสำคัญโดยนำสารสกัดหยาบเมทานอลมาสกัด ด้วยวิธีการสกัดแบบแบ่งส่วน (Solvent Partitioning Extraction) ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 4 ชนิด คือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิล แอซิเตต และบิวทานอล ตามลำดับ และทำการระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ได้สารสกัดหยาบ 4 ชนิดคือ สารสกัดหยาบเฮกเซน สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน สารสกัดหยาบเอทิล แอซิเตต และสารสกัดหยาบบิวทานอล น้ำหนักเท่ากับ 62.40, 8.04, 8.45 และ 41.72 กรัม และผลได้เป็นร้อยละ 28.87, 3.72, 3.91 และ 41.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) สารสกัดหยาบทั้งหมดถูกนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ เพื่อศึกษาหาสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพในการต้านจุลินทรีย์ที่ดีที่สุดและนำไปแยกหาสารออกฤทธิ์ในรูปสารบริสุทธิ์

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักของสารสกัดหยาบและผลได้เป็นร้อยละ

สารสกัดหยาบ	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)	ผลได้เป็นร้อยละ
เฮกเซน	62.40	28.87
ไดคลอโรมีเทน	8.04	3.72
เอทิล แอซิเตต	8.45	3.91
บิวทานอล	41.72	41.72

4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรือง

การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรืองทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นโดยการพิจารณาจากบริเวณการเกิดวงใส (Clear zone) หรือ บริเวณที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่เจริญเติบโต (zone of inhibition) ณ หน่วยบริหารจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ และเชื้อราทั้งหมด 6 ชนิดได้แก่ *S. aureus* ATCC 25923, *M. luteus* ATCC 9341, *B. subtilis* ATCC 6633, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853 และ *C. albicans* ATCC 10231 โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Disc diffusion method ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เปรียบเทียบกับตัวยามาตรฐาน Ampicillin ตามวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ (Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI) เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่พบได้ทั่วไปในสภาวะแวดล้อมและสามารถก่อโรครกับมนุษย์ได้ ซึ่งแต่ละชนิดมีโทษดังนี้ *S. aureus* จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่พบการปนเปื้อนใน

อาหารและเครื่องสำอาง ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษและโรคติดเชื้อที่ผิวหนังซึ่งอาจลุกลามเข้าสู่กระแสเลือดได้ *M. luteus* จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ปนเปื้อนในอาหารสัตว์ *B. subtilis* จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่นการเสื่อมเสียของนม อาหารกระป๋อง และยังใช้ *B. subtilis* ในการหมักอาหาร *E. coli* จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร *P. aeruginosa* จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์รวมทั้งคน พบได้ในดิน ผิวหนังและในสภาวะแวดล้อมอื่นๆ อยู่ได้ทั่วในสภาพแวดล้อมปกติและสภาพออกซิเจนต่ำ ในสัตว์จะเข้าทำลายเนื้อเยื่อที่มีภูมิคุ้มกันต่ำลง และ *C. albicans* เป็นเชื้อราในกลุ่มยีสต์ชนิดหนึ่ง ซึ่งก่อให้เกิดโรคประเภชเชื้อฉวยโอกาสในคน โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเอดส์ จากผลการทดลอง พบว่าสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนมีผลในการยับยั้ง *M. luteus* และ *B. subtilis* โดยมีบริเวณยับยั้ง (zone of inhibition) ขนาดเท่ากับ 8 และ 9 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนมีผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในระดับปานกลาง สารสกัดหยาบเอทิล แอซิเตตมีผลในการยับยั้ง *M. luteus* และ *B. subtilis* โดยมีบริเวณยับยั้งขนาดเท่ากับ 13 และ 10 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบเอทิล แอซิเตตมีผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในระดับที่ดี ส่วนสารสกัดหยาบเฮกเซน สารสกัดหยาบบิวทานอล และสารสกัดหยาบเมทานอลไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ตารางที่ 4.2 แสดง zone of inhibition ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรือง

ตารางที่ 4.2 Zones of inhibition ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรือง

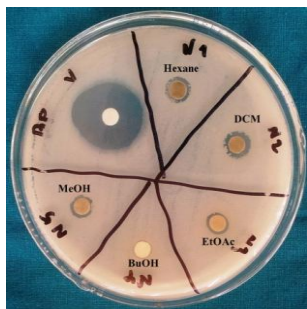
สารสกัด	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)					
	<i>S. aureus</i>	<i>M. luteus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>
เฮกเซน	0	0	0	0	0	0
ไดคลอโรมีเทน	0	8	9	0	0	0
เอทิล แอซิเตต	0	13	10	0	0	0
บิวทานอล	0	0	0	0	0	0
เมทานอล	0	0	0	0	0	0

นอกจากนี้ สารสกัดหยาบจากใบดาวเรืองถูกนำมาทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อจุลินทรีย์ ณ ภาควิชาโษษุรวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ รวมทั้งหมด 18 ชนิด เชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้แก่ *S. milleri* group, *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20626, *S. aureus* (MRSA) 20627, *S. aureus* (MRSA) 20633, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623, *S. aureus* (VRSA) 20683, *S. aureus* ATCC 25923 แบคทีเรียแกรมลบได้แก่ *B. pertussis* และ *V. cholera* และเชื้อรา ได้แก่ *C. albicans*, *C. krusei* และ *C. tropicalis* โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Disc diffusion method เชื้อแบคทีเรียแกรมบวกกลุ่มนี้ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อทางช่องปาก การอักเสบของผิวหนัง ปอดบวม เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบและเป็นสาเหตุของการติดเชื้อในกระแสเลือด พบได้ที่ผิวหนัง จมูก การกระจายเชื้อโดยการสัมผัสและผ่านทางลมหายใจ ปัจจุบันพบว่าเชื้อกลุ่ม *Staphylococcus* ต่อดื้อยา Methicillin (MRSA) และ Vancomycin (VRSA) เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคไอกรนในมนุษย์ จากการทดลองพบว่า ผลการทดสอบการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นสารสกัดหยาบของใบดาวเรือง 20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ใช้ vancomycin เป็นตัวยาเปรียบเทียบกับ สารสกัดหยาบเมทานอลแสดงการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ระดับดี 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20623, และ *S. aureus* (VRSA) 20683 ซึ่งมีบริเวณ

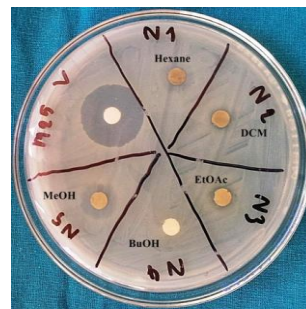
การยับยั้ง 12-15 มิลลิเมตร แสดงการยับยั้งเล็กน้อยของ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA), และ *S. aureus* (MRSA) 20652 8-9 มิลลิเมตร และแสดงการยับยั้งของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ 1 ชนิด คือ *B. pertussis* เมื่อนำสารสกัดหยาบเมทานอลมาสกัดแบบแบ่งส่วนพบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซนแสดงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด โดยยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ในระดับดี 2 ชนิด คือ *S. aureus* (MRSA) 20636 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้ง 15 มิลลิเมตร และยับยั้งได้เล็กน้อย 4 ชนิดคือ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20627, *S. aureus* (MRSA) 20652 และ *S. aureus* (VRSA) 20623 มีบริเวณการยับยั้ง 8-9 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* ได้เล็กน้อย สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 ได้เล็กน้อย มีบริเวณการยับยั้งประมาณ 8-10 มิลลิเมตร และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* ได้เล็กน้อยมีบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 9 มิลลิเมตร และสารสกัดหยาบเอทิล แอซิเตตยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้เล็กน้อยได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้ง 8-10 มิลลิเมตร และแบคทีเรียแกรมลบคือ *B. pertussis* 8 มิลลิเมตร สำหรับสารสกัดหยาบปิพทานอลไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ และสารสกัดจากใบดาวเรืองทุกชนิดไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา แสดงดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 Zones of inhibition ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรือง

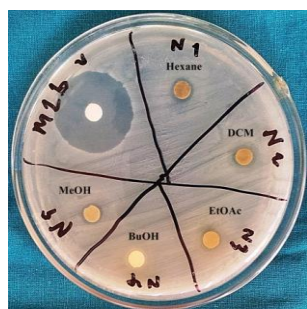
จุลินทรีย์	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)				
	เฮกเซน	ไคคลอโรมีเทน	เอทิล แอซิเตต	บิวทานอล	เมทานอล
แบคทีเรียแกรมบวก					
<i>S. milleri</i> group	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. pneumoniae</i>	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. sobrinus</i>	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	8	<8	<8	<8	8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20626	<8	<8	<8	<8	8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20627	8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20630	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20631	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20633	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	15	8	10	<8	15
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20644	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20645	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20652	8	<8	<8	<8	9
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	9	8	8	<8	12
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	15	10	8	<8	15
แบคทีเรียแกรมลบ					
<i>B. pertussis</i>	9	9	8	<8	8
<i>V. cholera</i>	<8	<8	<8	<8	<8
เชื้อรา					
<i>C. albicans</i>	<8	<8	<8	<8	<8
<i>C. krusei</i>	<8	<8	<8	<8	<8
<i>C. tropicalis</i>	<8	<8	<8	<8	<8



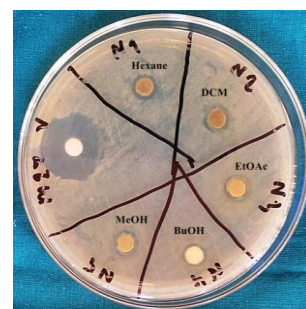
B. pertussis



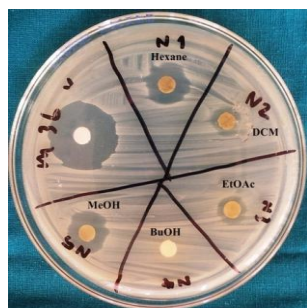
S. aureus (MRSA) 20625



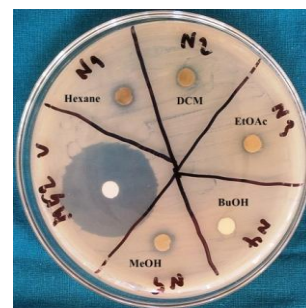
S. aureus (MRSA) 20626



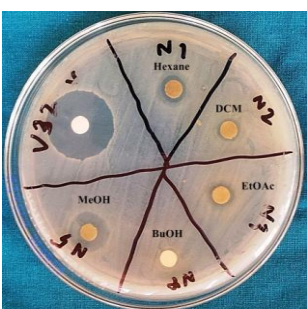
S. aureus (MRSA) 20627



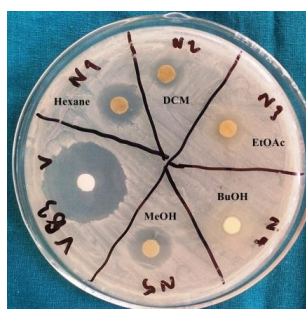
S. aureus (MRSA) 20636



S. aureus (MRSA) 20652



S. aureus (VRSA) 20623



S. aureus (VRSA) 20683

ภาพที่ 4.1 Zones of inhibition ของสารสกัดจากใบดาวเรือง: N1 = เฮกเซน, N2 = ไคคลอโรมีเทน, N3 = เอทิล แอซิเตต, N4 = บิวทานอล, N5 = เมทานอล และ V = vancomycin

4.3 ผลการด้านเชื้อแบคทีเรียของสารส่วนย่อยจากสารสกัดหยาบเฮกเซน

ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากใบดาวเรือง พบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซน มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ดีที่สุดโดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรีย การทดลองขั้นต่อไป เป็นการนำสารสกัดหยาบเฮกเซนมาแยกสารส่วนย่อยและสารออกฤทธิ์ในรูปสารบริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี เซลล์สารออกฤทธิ์โดยอาศัยหลักการเพิ่มขั้วของตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม และจัดกลุ่มสารด้วยเทคนิคทีนเลเยอร์โครมาโทกราฟีโดยพิจารณาจากการดูกลืนแสงอัตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 และ 366 นาโนเมตร เปรียบเทียบความเหมือนและ/หรือต่างกันจากการเกิดสีขององค์ประกอบของสารในสารสกัดหยาบที่ปรากฏบนแผ่นทีนเลเยอร์โครมาโทกราฟีเมื่อทำปฏิกิริยากับ anisaldehyde รวมจุดสีที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน และทำการระเหยตัวทำละลายออก จากการทดลองนำสารสกัดหยาบเฮกเซน 50.0 กรัม มาแยกสารออกฤทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยการเปลี่ยนอัตราส่วนความเข้มข้นขั้วของตัวชะสารระหว่างเฮกเซนกับเอทิล แอซิเตต และจัดกลุ่มองค์ประกอบของสารด้วยเทคนิคทีนเลเยอร์โครมาโทกราฟี สามารถแยกส่วนย่อยจากชั้นสารสกัดหยาบได้ทั้งหมด 6 ส่วนย่อย (H_1-H_6) อัตราส่วนระหว่างเฮกเซนและเอทิล แอซิเตต น้ำหนักของสารส่วนย่อย (H_1-H_6) และผลได้คิดเป็นร้อยละ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

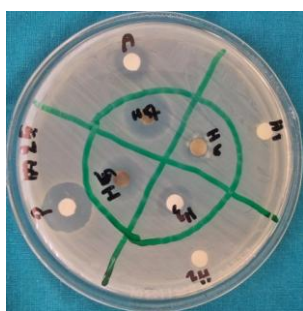
ตารางที่ 4.4 การแยกสารส่วนย่อยจากสารสกัดหยาบเฮกเซนจากใบดาวเรือง

สารส่วนย่อย	เปอร์เซ็นต์ของ เอทิล แอซิเตตในเฮกเซน	น้ำหนักสารส่วนย่อย (กรัม)	ผลได้เป็นร้อยละ
H_1	0-6	5.65	11.30
H_2	6-25	4.36	8.72
H_3	25-35	3.31	6.62
H_4	35-54	7.93	15.86
H_5	45-60	3.35	6.70
H_6	60-100	0.84	1.68

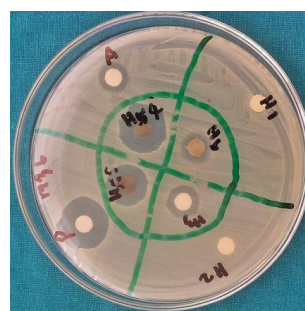
นำสารส่วนย่อย H_1-H_6 มาทดสอบฤทธิ์การต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยเทคนิค Disc diffusion method ใช้ตัวยาลเปรียบเทียบคือ penicillin และ amoxycilline พบว่า ส่วนย่อย H_4 และ H_5 ให้ผลทดสอบดีที่สุด สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกในระดับที่ดี 4 ชนิด คือ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้งประมาณ 14-17 มิลลิเมตร และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* ได้เล็กน้อย มีบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 8 มิลลิเมตร สำหรับส่วนย่อย H_3 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้เล็กน้อยได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้งประมาณ 9-12 มิลลิเมตร และส่วนย่อย H_6 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้เล็กน้อยคือ *S. aureus* (MRSA) 20636 และ *S. aureus* (VRSA) 20623 มีบริเวณการยับยั้งประมาณ 10 และ 8 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และตัวอย่างบริเวณการยับยั้งของสารส่วนย่อย H_3-H_6 แสดงดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.5 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อยจากสารสกัดหยาดเห็ดเซน

เชื้อแบคทีเรีย	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)					
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆
<i>S. pneumoniae</i>	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<i>B. pertussis</i>	<8	<8	<8	8	8	<8
<i>V. cholera</i>	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	<8	<8	<8	15	13	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20626	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20627	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	<8	<8	11	17	14	10
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20652	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	<8	<8	10	14	13	<8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	<8	<8	9	15	13	8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	<8	<8	12	17	15	<8



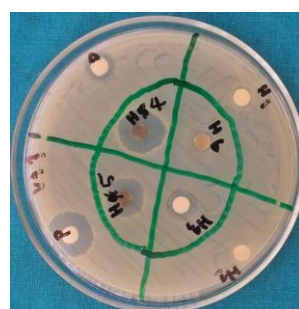
S. aureus (MRSA) 20625



S. aureus (VRSA) 20622



S. aureus (MRSA) 20636



S. aureus (VRSA) 20623

ภาพที่ 4.2 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อยจากสารสกัดหยาดเห็ดเซน (H₁-H₆)

P = penicillin และ A = amoxycilline

หลังจากทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี disc diffusion method สารสกัดหยาบเฮกเซนและส่วนย่อย H₄ และ H₅ ได้ถูกนำมาหาค่า MIC (Minimum inhibitory concentration) โดยเลือกทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 5 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622 *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 พบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซนสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีค่า MIC เท่ากับ 5-10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่ส่วนย่อย H₄ สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีค่า MIC เท่ากับ 2.5-5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และส่วนย่อย H₅ สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีค่า MIC เท่ากับ 2.5-10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยใช้ตัวยาเปรียบเทียบกับคือ penicillin และ amoxicillin ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่า MIC ของสารสกัดหยาบเฮกเซนและสารส่วนย่อย H₄ และ H₅

เชื้อแบคทีเรีย	MIC (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)				
	สารสกัด หยาบเฮกเซน	H ₄	H ₅	P	A
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	10.00	5.00	5.00	2.50	1.25
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	5.00	2.50	10.00	2.50	0.625
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	5.00	2.50	2.50	0.15	0.625
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	5.00	2.50	5.00	5.00	0.625
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	5.00	2.50	2.50	2.50	0.625

P = penicillin, A = amoxicillin

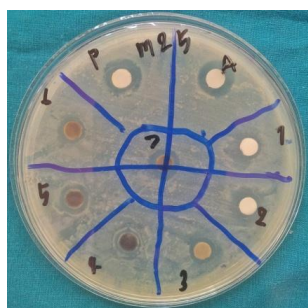
4.4 ผลการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารส่วนย่อย H₄ และ H₅ จากสารสกัดหยาบเฮกเซน

จากการทดลองพบว่า สารส่วนย่อย H₄ และ H₅ จากสารสกัดหยาบเฮกเซนสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ในระดับที่ดี จึงนำสารส่วนย่อย H₄ จากสารสกัดหยาบเฮกเซนมาแยกสารออกฤทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีได้ทั้งหมด 7 ส่วนย่อย แล้วนำไปทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่คัดเลือกเฉพาะ 5 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 บริเวณของการยับยั้งแสดงในตารางที่ 4.7 ส่วนย่อย H₄F₁-H₄F₄ และ H₄F₆ สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โดยเฉพาะสารส่วนย่อย H₄F₄ สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* (VRSA) 20622 ได้ดีเท่ากับตัวยามาตรฐาน penicillin มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 32 มิลลิเมตร และส่วนย่อย H₄F₅ และ H₄F₇ สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 4 ชนิดคือ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณยับยั้ง 8-10 มิลลิเมตร แต่ไม่แสดงการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* (VRSA) 20623 (ภาพที่ 4.3)

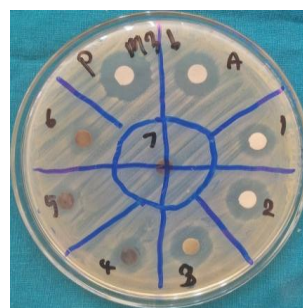
ตารางที่ 4.7 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อยจาก H₄

เชื้อแบคทีเรีย	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)								
	H ₄ F ₁	H ₄ F ₂	H ₄ F ₃	H ₄ F ₄	H ₄ F ₅	H ₄ F ₆	H ₄ F ₇	P	A
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	9	10	9	9	9	9	11	12	11
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	11	14	18	12	8	8	8	16	13
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	26	21	28	32	22	20	16	32	30
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	12	14	14	11	<8	8	<8	18	17
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	14	14	9	9	9	9	10	25	24

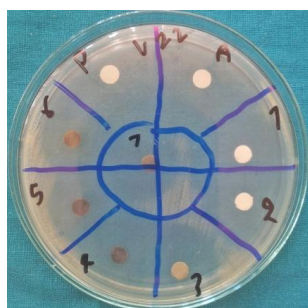
P = penicillin และ A = amoxycillin



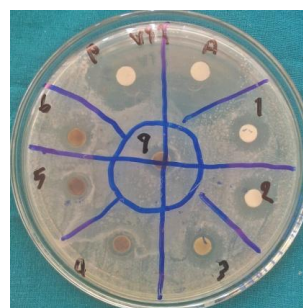
S. aureus (MRSA) 20625



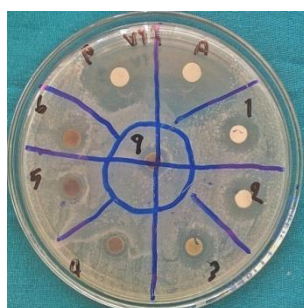
S. aureus (MRSA) 20636



S. aureus (VRSA) 20622



S. aureus (VRSA) 20623



S. aureus (VRSA) 20683

ภาพที่ 4.3 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อย H₄F₁- H₄F₇

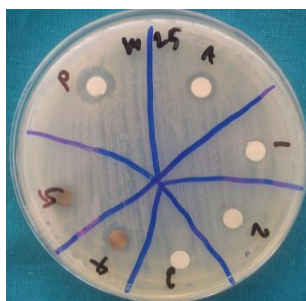
P = penicillin และ A = amoxycilline

เมื่อนำส่วนย่อย H_5 มาแยกสารออกฤทธิ์โดยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีได้สารส่วนย่อยทั้งหมด 5 ส่วนย่อย แล้วนำไปทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่คัดเลือกเฉพาะ 5 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 บริเวณของการยับยั้งแสดงในตารางที่ 4.8 ส่วนย่อย H_5F_4 และ H_5F_5 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด มีบริเวณการยับยั้งตั้งแต่ 8-14 มิลลิเมตร และส่วนย่อย H_5F_2 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 2 ชนิดคือ *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้ง 9 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ และส่วนย่อย H_5F_3 สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* (VRSA) 20623 เท่ากับ 9 มิลลิเมตร ในขณะที่ส่วนย่อย H_5F_1 ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 ชนิด (ภาพที่ 4.4)

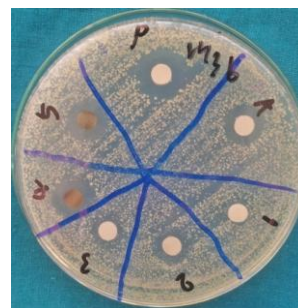
ตารางที่ 4.8 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อย H_5

เชื้อแบคทีเรีย	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)						
	H_5F_1	H_5F_2	H_5F_3	H_5F_4	H_5F_5	P	A
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	<8	<8	<8	8	8	11	9
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	<8	<8	<8	14	12	16	13
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	<8	<8	<8	11	12	40	36
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	<8	10	9	13	12	14	13
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	<8	9	<8	11	12	22	26

P=Penicillin และ A=Amoxycillin



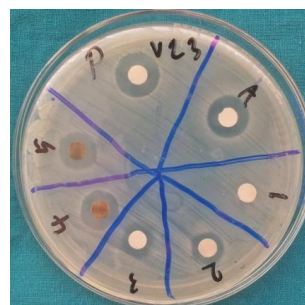
S. aureus (MRSA) 20625



S. aureus (VRSA) 20636



S. aureus (VRSA) 20622



S. aureus (VRSA) 20623

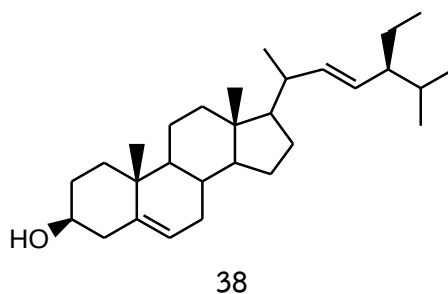
ภาพที่ 4.4 Zones of inhibition ของสารส่วนย่อย H_5F_1 - H_5F_5

P = penicillin และ A = amoxycilline

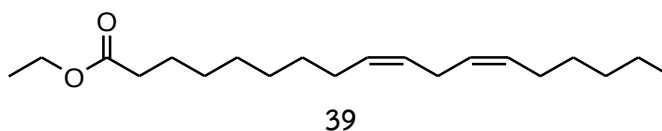
4.5 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากใบดาวเรือง

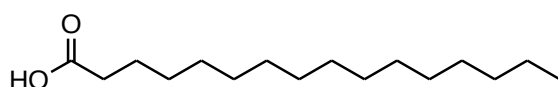
4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบเฮกเซน

จากการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซนมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดหยาบไคโคลโรมีเทน สารสกัดหยาบเอทิล แอซิเตต สารสกัดหยาบบิวทานอล และสารสกัดหยาบเมทานอล ขั้นตอนต่อไปจึงนำสารสกัดหยาบเฮกเซนมาแยกองค์ประกอบทางเคมีที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียด้วยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี ผลการทดลองของการแยกองค์ประกอบทางเคมีพบว่าสารสำคัญที่แยกออกมาได้เป็นสารผลิตภัณฑ์หลักและสามารถตกผลึกใหม่ได้ในปริมาณมาก มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวคือ stigmasterol **38** ซึ่งจัดเป็นไฟโตสเตอรอลหรือสเตอรอลจากพืช (Phytosterols หรือ Plant sterols) ชนิดหนึ่ง อยู่ในกลุ่มไตรเทอร์ปีน (triterpenes) เป็นสารประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ของพืชมีลักษณะคล้ายกับคอเลสเตอรอลที่พบในสัตว์ น้ำหนักของ stigmasterol **38** เท่ากับ 386.5 มิลลิกรัม ผลได้เป็นร้อยละ 3.06 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของสารสกัดหยาบเฮกเซน และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 0.88 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสารสกัดหยาบเมทานอลพิสูจน์โครงสร้างของ stigmasterol **38** ด้วยเทคนิคนิวเคลียสมกเนติกเรโซแนนซ์และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี พบว่าสเปกตรัมของ ^1H NMR และ ^{13}C NMR ของ stigmasterol **38** สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Yinusa และคณะ [22]

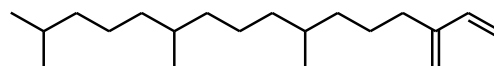


นอกจากนั้นพบว่า การแยกสารประกอบจากสารสกัดหยาบเฮกเซนทำได้ยากเนื่องจากสารประกอบมีค่า R_f (Retardation factor) ที่ใกล้เคียงกันมากการทำให้บริสุทธิ์ทำได้ยาก และเมื่อทำการแยกสารสำคัญซ้ำหลายๆครั้งด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีพบว่าปริมาณสารจะลดลงอย่างมากและมีการสลายตัวของสารเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนการวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดหยาบเฮกเซนโดยเลือกใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรี ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพวกกลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรง, แอลกอฮอล์สายโซ่ตรง, เอสเทอร์ และน้ำมันหอมระเหย [23] จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยการคำนวณร้อยละขององค์ประกอบด้วยพื้นที่ใต้พีค FID (Flame Ionization Detector Peak) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.9 ผลการทดลองพบว่าสารประกอบหลักที่มีเปอร์เซ็นต์มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ในสารสกัดหยาบเฮกเซนได้แก่ ethyl linoleolate **39** (33.33%), palmitic acid **40** (20.32%) และ neophytadiene **41** (14.37%)





40

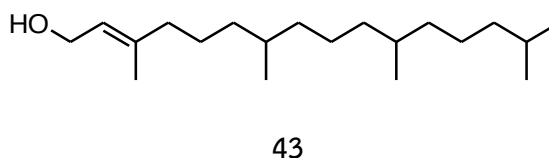
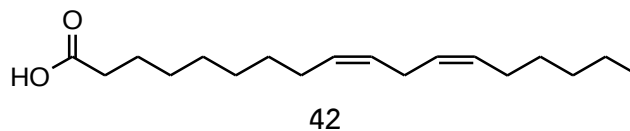


41

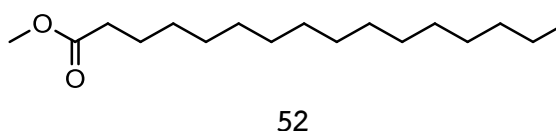
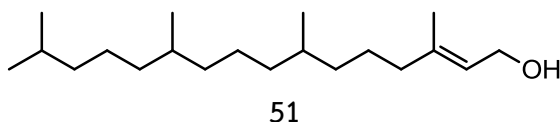
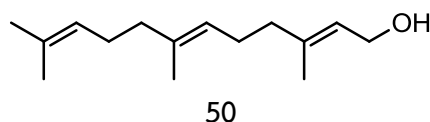
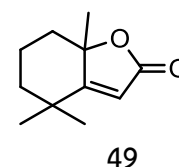
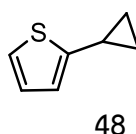
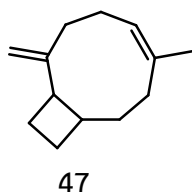
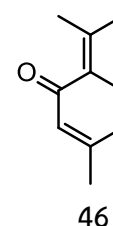
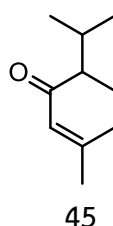
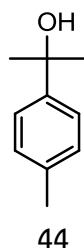
ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรีของสารสกัดหยาบเฮกเซน

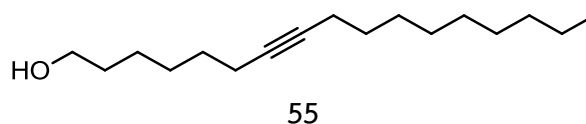
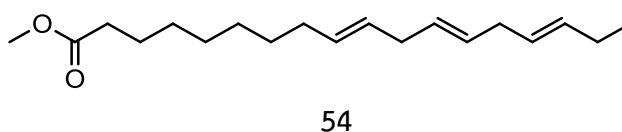
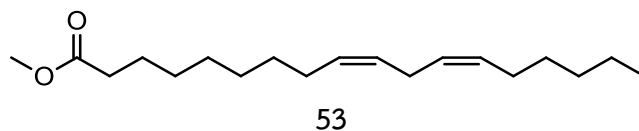
สารประกอบ	Peak area (%)	RT (min)	Molecular Formula	MW	Fragment ion (m/z)
<i>p</i> -Cymen-8-ol 44	0.21	9.25	C ₁₀ H ₁₄ O	150	150 [M] ⁺ , 135, 105, 91, 65, 43, 32
Piperitone 45	2.08	10.28	C ₁₀ H ₁₆ O	152	152 [M] ⁺ , 137, 124, 110, 95, 82, 67, 54
Piperitenone 46	1.14	11.51	C ₁₀ H ₁₄ O	150	150 [M] ⁺ , 135, 121, 107, 91, 79, 67, 53, 39, 32
Caryophyllene 47	0.18	12.61	C ₁₅ H ₂₄	204	189, 161, 133, 121, 106, 93, 81, 77, 69, 55, 44, 40
2-Cyclopropylthiophene 48	0.23	12.66	C ₇ H ₈ S	124	155, 123, 109, 91, 97, 59, 43, 40, 32
Dihydroactinidiolide 49	0.27	14.01	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	180	180 [M] ⁺ , 152, 137, 124, 111, 95, 67, 43
3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatriene 50	0.33	14.66	C ₁₅ H ₂₆ O	222	149, 121, 109, 93, 79, 73, 67, 60, 55, 41, 32
Neophytadiene 41	14.37	17.48	C ₂₀ H ₃₈	278	278 [M] ⁺ , 263, 249, 216, 222, 208, 193, 179, 165, 158, 137, 123, 109, 95, 82, 68, 57, 43, 32
3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol 44	2.00	18.13	C ₁₅ H ₂₆ O	222	278, 137, 123, 109, 95, 81, 68, 57, 43, 32
Methyl palmitate 45	1.96	18.83	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	270 [M] ⁺ , 239, 227, 213, 199, 185, 171, 143, 129, 97, 87, 74, 67, 55, 43, 32
Palmitic acid 40	20.32	19.44	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	256 [M] ⁺ , 213, 185, 171, 157, 129, 115, 97, 83, 73, 60, 55, 43, 32
Methyl linoleate 45	0.97	22.55	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294	294 [M] ⁺ , 149, 135, 123, 109, 95, 81, 67, 55, 41, 32
Methyl-9,12,15-octadecatrienoate 53	3.02	22.70	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292	292 [M] ⁺ , 261, 236, 173, 163, 149, 135, 121, 108, 95, 79, 67, 55, 41, 32
Phytol 43	6.36	22.96	C ₂₀ H ₄₀ O	296	296 [M] ⁺ , 278, 196, 165, 137, 123, 111, 95, 81, 71, 55, 43, 32
Linoleic acid 42	7.47	23.37	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	280 [M] ⁺ , 182, 149, 129, 123, 109, 95, 81, 67, 55, 41, 32
Ethyl linoleolate 39	33.33	23.53	C ₂₀ H ₃₆ O ₂	308	278, 149, 135, 121, 108, 95, 79, 67, 55, 41
7-hexadecyn-1-ol 46	1.27	23.99	C ₁₆ H ₃₀ O	238	284, 256, 95, 85, 79, 73, 67, 55, 41

ส่วนสารประกอบที่พบในเปอร์เซ็นต์น้อยกว่า 10 เปอร์เซนต์ได้แก่ linoleic acid **42**, phytol **43**, 3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol **44**, methyl palmitate **45** และ 7-hexadecyn-1-ol **46**



และสารประกอบอื่นๆที่มีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่า 1 เปอร์เซนต์ได้แก่ *p*-cymen-8-ol **44**, piperitone **45**, piperitenone **46**, caryophyllene **47**, 2-cyclopropylthiophene **48**, dihydroactinidiolide **49**, 3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatriene-1-ol **50**, 3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol **51**, methyl palmitate **52**, methyl linoleate **53**, methyl-9,12,15-octadecatrienoate **54**, and 7-hexadecyn-1-ol **55**

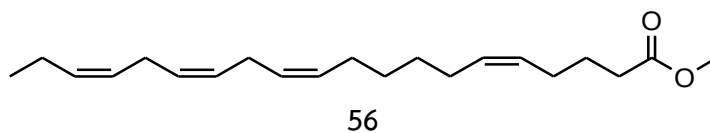




ผลการวิเคราะห์สารประกอบในสารส่วนย่อย H₄ และ H₅ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรี แสดงดังตารางที่ 4.10

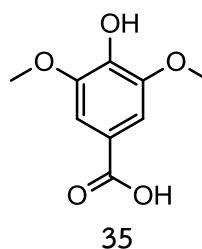
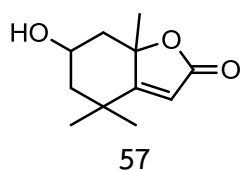
ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรีของสารส่วนย่อย H₄ และ H₅

สารประกอบ	Peak area (%)		RT (min)	Molecular Formula	MW	Fragment ion (m/z)
	H ₄	H ₅				
Dihydroactinidiolide 49	0.54	0.55	52.06	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	180	180 [M] ⁺ , 152, 137, 124, 111, 95, 67, 43
Neophytadiene 41	0.88	2.14	17.48	C ₂₀ H ₃₈	278	278 [M] ⁺ , 263, 249, 216, 222, 208, 193, 179, 165, 158, 137, 123, 109, 95, 82, 68, 57, 43, 32
Methyl palmitate 45	1.12	0.41	18.83	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	270 [M] ⁺ , 239, 227, 213, 199, 185, 171, 143, 129, 97, 87, 74, 67, 55, 43, 32
Palmitic acid 40	17.36	19.30	19.44	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	256 [M] ⁺ , 213, 185, 171, 157, 129, 115, 97, 83, 73, 60, 55, 43, 32
Methyl (Z)-5,11,14,17-ecosatetranoate 56	-	44.08	19.64	C ₂₁ H ₃₆ O ₂	320	278, 256, 222, 149, 135, 121, 108, 95, 79, 67, 55, 41
Phytol 43	0.82	1.06	22.96	C ₂₁ H ₃₆ O ₂	296	296 [M] ⁺ , 278, 196, 165, 137, 123, 111, 95, 81, 71, 55, 43, 32
Linoleic acid 42	43.95	5.85	23.37	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	280 [M] ⁺ , 182, 149, 129, 123, 109, 95, 81, 67, 55, 41, 32



4.5.2 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน

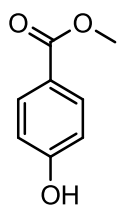
นอกจากนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนได้ถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรี แสดงดังตารางที่ 4.11 พบสารประกอบหลักในสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนได้แก่ loliolide **57** (22.71%) และ syringic acid **35** (9.33%)



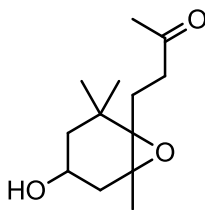
ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรีของสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน

สารประกอบ	Peak area (%)	RT (min)	Molecular Formula	MW	Fragment ion (m/z)
Loliolide 57	22.71	16.72	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	196	196 [M] ⁺ , 178, 163, 155, 140, 135, 125, 111, 95, 85, 79, 67, 57, 43
Syringic acid 35	9.33	17.16	C ₉ H ₁₀ O ₅	198	198 [M] ⁺ , 183, 155, 127, 109, 93, 53, 39
Methyl paraben 58	2.26	12.89	C ₈ H ₈ O ₃	152	152 [M] ⁺ , 121, 93, 65, 39, 32
4-(hydroxyl-2,2,6-trimethyl-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-1-yl)-3-Buten-2-one 59	1.46	14.29	C ₁₃ H ₂₀ O ₃	224	224 [M] ⁺ , 209, 191, 149, 123, 109, 95, 43
3-(2-pentenyl)-1,2,4-cyclopentatrione 60	2.59	16.30	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	180	180 [M] ⁺ , 137, 109, 81, 77, 65, 55, 43, 39

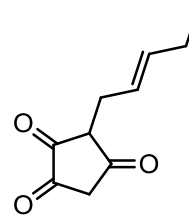
และสารประกอบที่พบในปริมาณน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ได้แก่ methyl paraben **58**, 4-(hydroxyl-2, 2, 6-trimethyl-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-1-yl)-3-Buten-2-one **59** และ 3-(2-pentenyl)-1,2,4-cyclopentatrione **60**



58



59



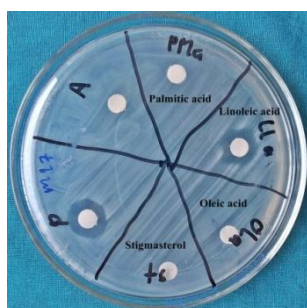
60

4.6 ผลการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารบริสุทธิ์จากใบดาวเรือง

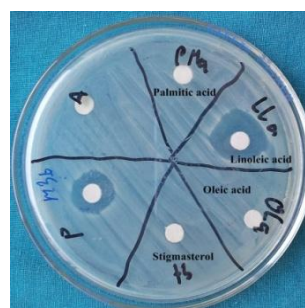
เนื่องจากการแยกสารประกอบจากสารสกัดหยาบเฮกเซนจากใบดาวเรืองด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีทำได้ยาก สารประกอบที่แยกได้ในปริมาณมากคือ stigmasterol **38** เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียพบว่าไม่ออกฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย (ภาพที่ 4.5) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียจะได้รับการใช้สารส่วนย่อยที่แยกได้จากสารสกัดหยาบเฮกเซนด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี และนำมาศึกษาชนิดของสารประกอบด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทเมตรี การทดสอบการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารประกอบจากใบดาวเรืองได้ถูกทดสอบกับสารบริสุทธิ์โดยใช้สารเคมีที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดโดยการเลือกทดสอบกับสารประกอบที่เป็นองค์ประกอบหลักได้แก่ palmitic acid **40**, linoleic acid **42** และ caryophyllene **47** โดยทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย 14 ชนิด แบ่งออกเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 12 ชนิด ได้แก่ *S. milleri* group, *S. pneumonia*, *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20626, *S. aureus* (MRSA) 20627, *S. aureus* (MRSA) 20630, *S. aureus* (MRSA) 20633, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 แบคทีเรียแกรมลบ 2 ชนิด ได้แก่ *B. pertussis* และ *V. cholera* ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.11 พบว่าสารประกอบกลุ่มกรดไขมัน palmitic acid **40** ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* และ *V. cholera* ส่วน linoleic acid **42** มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก 10 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* (MRSA) 20625, *S. aureus* (MRSA) 20626, *S. aureus* (MRSA) 20627, *S. aureus* (MRSA) 20630, *S. aureus* (MRSA) 20633, *S. aureus* (MRSA) 20636, *S. aureus* (VRSA) 20622, *S. aureus* (VRSA) 20623 และ *S. aureus* (VRSA) 20683 มีบริเวณการยับยั้งในช่วง 10-20 มิลลิเมตร โดยเฉพาะ *S. aureus* (MRSA) 20636 มีบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 20 มิลลิเมตร มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *B. pertussis* เล็กน้อยโดยมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 8 มิลลิเมตร แต่ไม่มีฤทธิ์ต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *V. cholera* ตัวอย่างแสดงบริเวณยับยั้งแสดงดังภาพที่ 4.5 ส่วนสารประกอบกลุ่มน้ำมันหอมระเหย caryophyllene **47** ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ ยกเว้น *S. aureus* (MRSA) 20626 มีฤทธิ์ยับยั้งเพียงเล็กน้อยให้บริเวณยับยั้งเท่ากับ 8 มิลลิเมตร ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dilika และคณะ [24] กล่าวถึงฤทธิ์การต้านแบคทีเรียแกรมบวก 5 ชนิดของ linoleic acid **42** ที่แยกได้จากใบของ *Helichrysum pedunculatum* ในประเทศแอฟริกาใต้

ตารางที่ 4.11 Zones of inhibition ของสารประกอบจากสารสกัดเหยาบเฮกเซน

Test microorganisms	Zones of inhibition (มิลลิเมตร)		
	Palmitic acid 40	Linoleic acid 42	Caryophyllene 58
<i>S. milleri</i> group	<8	<8	<8
<i>S. pneumoniae</i>	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20625	<8	10	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20626	<8	12	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20627	<8	17	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20630	<8	11	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20631	<8	<8	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20633	<8	10	<8
<i>S. aureus</i> (MRSA) 20636	<8	20	<8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20622	<8	15	<8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20623	<8	17	8
<i>S. aureus</i> (VRSA) 20683	<8	16	<8
<i>B. pertussis</i>	<8	8	<8
<i>V. cholera</i>	<8	<8	<8



S. aureus (MRSA) 20627



S. aureus (MRSA) 20627

ภาพที่ 4.5 Zones of inhibition ของ Stigmasterol 38 และ Linoleic acid 42

P = penicillin และ A = amoxycillin