กิจกรรมการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อสิว

ANTI-BACTERIAL ACTIVITY OF CRUDE *Chlamydomonas* spp. EXTRACTS AGAINST ACNE-CAUSING BACTERIA

ปาริมา อินทรไกร
ปิ่นสุดา อ้นโต
ปิยวรรณ ทองหวาน

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTI-BACTERIAL ACTIVITY OF CRUDE *Chlamydomonas* spp. EXTRACTS AGAINST ACNE-CAUSING BACTERIA

PARIMA INTARAKRAI
PINSUDA ONTTO
PIYAWAN THONGWAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	กิจกรรมการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อสิว
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปาริมา อินทรไกร รหัสนักศึกษา 58050927
	นางสาวปิ่นสุดา อ้นโต รหัสนักศึกษา 58050928
	นางสาวปิยวรรณ ทองหวาน รหัสนักศึกษา 58050929
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วีนา ชูโชติ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.จิตติ ท่าไว ประธานกรรมการ	
ดร.กานต์ วงศาริยะ กรรมการ	
ผศ.วีนา ชูโชติ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	กิจกรรมการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อสิว
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปาริมา อินทรไกร รหัสนักศึกษา 58050927
	นางสาวปิ่นสุดา อ้นโต รหัสนักศึกษา 58050928
	นางสาวปิยวรรณ ทองหวาน รหัสนักศึกษา 58050929
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วีนา ชูโชติ

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจาก *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อสิว *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีผลในการยับยั้งการเจริญแบคทีเรียก่อสิวที่ดีสุด ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* TISTR 746 ดีที่สุด มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.81 ± 0.58 มิลลิเมตร ได้ดีที่สุด มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) และ ความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) เท่ากับ 1.5 และ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. epidermidis* TISTR 2141 ดีที่สุด มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.50 ± 0.12 มิลลิเมตร มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 1.5 และ 3 มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : สิว, แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว, ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย, *Chlamydomonas* spp., สาหร่ายขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Anti-Bacterial Activity of Crude *Chlamydomonas* spp. Extracts Against Acne-Causing Bacteria
Students	Miss Parima Intarakrai Student ID 58050927
	Miss Pinsuda Ontto Student ID 58050928
	Miss Piyawan Thongwan Student ID 58050929
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Asst. Prof. Weena Choochote

Abstract

The objectives of this study were evaluated the anti-bacterial activity of crude *Chlamydomonas* spp. extract against acne-causing bacteria: *Staphylococcus aureus* TISTR 746 and *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141. The results showed that *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ethanolic extracts was the most effective against *S. aureus* TISTR 746 with inhibition zone of 8.81 ± 0.58 mm, minimal inhibitory concentration (MIC) and minimal bactericidal concentration (MBC) at 1.5 and 3 mg/ml, respectively. While *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ethanolic extracts was the most effective against *S. epidermidis* TISTR 2141 with inhibition zone of 8.50 ± 0.12 mm, MIC and MBC at 1.5 and 3 mg/ml, respectively.

Keywords : Acne, Acne-causing bacteria, Antibacterial activity, *Chlamydomonas* spp., Microalgae

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากคณะผู้จัดได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีพระคุณดังนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีนา ชูโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำคำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ทั้งยังคอยเสนอแนะแนวทาง การแก้ปัญหาและให้คำแนะนำ ในตลอดระยะเวลาการทดลอง รวมทั้งขอขอบคุณคณะกรรมการโครงงานพิเศษ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติ ท่าไว และดร.กานต์ วงศาริยะ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลอดจนอาจารย์ท่านอื่นๆที่ได้ให้ความรู้ ข้อเสนอแนะ ประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์และคอยช่วยเหลือคณะผู้จัดทำในทุกๆด้าน

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ในการให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องอุปกรณ์การทำการทดลองประกอบงานวิจัยต่างๆ ทั้งสารเคมี ตลอดจนอุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการทดลอง และยังให้คำแนะนำในระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ดูแลอาคาร คุณป้าแม่บ้านที่คอยให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกในการใช้ห้องในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวที่มีพระคุณและผู้เกี่ยวข้องคนอื่นๆ รวมทั้งเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาของการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

ปาริมา อินทรไกร
ปิ่นสุดา อ้นโต
ปิยวรรณ ทองหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ความหมายของสาหร่ายสีเขียว 3

2.2 สาหร่ายสีเขียว 4

2.3 *Chlamydomonas* spp 4

2.3.1 การจัดจำแนก *Chlamydomonas* spp. 4

2.3.2 รูปร่างและลักษณะ 4

2.3.3 การสืบพันธุ์ 5

2.3.4 ประโยชน์ 5

2.4 สิว 6

2.5 แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว 6

2.5.1 *Staphylococcus aureus* 6

2.5.2 *Staphylococcus epidermidis* 7

2.6 คลินดามัยซิน 8

2.7 การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย 8

2.7.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar Disc Diffusion 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.2 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ 9
2.7.3 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ 9
2.8 การสกัด 9
2.8.1 มาเซอเรชัน 9
2.8.2 เพอร์โคเลชัน 9
2.8.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง 10
2.9 การทำสารสกัดจากตัวอย่างให้เข้มข้น 10
2.9.1 การกลั่นในสุญญากาศ 10
2.10 ตัวทำละลาย 11
2.10.1 อะซิโตน 11
2.10.2 เอทานอล 12
2.10.3 เมทานอล 12
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 13
3.1 อุปกรณ์ 13
3.2 สารเคมี 13
3.3 เชื้อสาหร่าย 14
3.4 เชื้อแบคทีเรีย 14
3.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 14
3.5.1 การคัดแยกสาหร่ายจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ 14
3.5.1.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ 14
3.5.1.2 คัดแยกสาหร่ายสีเขียวให้บริสุทธิ์ 14
3.5.1.3 ศึกษาลักษณะรูปร่างของสาหร่าย 14
3.5.2 การเตรียมหัวเชื้อของสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก 14
3.5.3 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก 15
3.5.4 การเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก 15
3.5.5 การสกัดสารสกัดหยาบจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก 15

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.6 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย 16
3.5.7 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ 16
3.5.7.1 การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย
ด้วยวิธี Agar Disc Diffusion 16
3.5.7.2 การทดสอบค่า MIC 17
3.5.7.3 การทดสอบค่า MBC 17
3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 17
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 18
4.1 สาหร่ายที่คัดแยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 18
4.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp 19
4.3 ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 21
4.4 ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 30
4.5 ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย 33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 36
เอกสารอ้างอิง 37
ภาคผนวก 41
ภาคผนวก ก 42
ภาคผนวก ข 46
ภาคผนวก ค 51
ภาคผนวก ง 81
ภาคผนวก จ 87
ภาคผนวก ฉ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 สาหร่ายที่คัดแยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 18

4.2 แสดงปริมาณน้ำหนักสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. 20

4.3 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 25

4.4 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด จากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 26

4.5 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 27

4.6 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ 31

4.7 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ 32

4.8 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 (MBC) จากสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. 34

4.9 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 (MBC) จากสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. 35

ข 1 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 46

ข 2 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 47

ข 3 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 48

ข 4 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 49

ข 5 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค 1 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 51

ค 2 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 51

ค 3 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 52

ค 4 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 52

ค 5 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 53

ค 6 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 53

ค 7 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค 8 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 57

ค 9 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 58

ค 10 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 58

ค 11 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 59

ค 12 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 59

ค 13 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 63

ค 14 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 63

ค 15 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค 16 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 64
ค 17 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 65
ค 18 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 65
ค 19 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 69
ค 20 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 69
ค 21 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 70
ค 22 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 70
ค 23 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 71
ค 24 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค 25 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 75

ค 26 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 75

ค 27 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ..... 76

ค 28 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอลความ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 76

ค 29 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 77

ค 30 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ 77

ง 1 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746..... 81

ง 2 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141... 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ง 3 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 85

จ 1 ผลความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ 87

จ 2 ผลความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. (กำลังขยาย 400 เท่า) 4

2.2 ลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (กำลังขยาย 1000 เท่า) 6

2.3 ลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* (กำลังขยาย 1000 เท่า) 7

2.4 โรตารีอีวาโพเรเตอร์ (rotary evaporator) 11

4.1 แสดงระยะการเจริญเติบโตจากค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp 24

4.2 แสดงระยะการเจริญเติบโตจากจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp 24

4.3 แสดงระยะการเจริญเติบโตจากน้ำหนักเซลล์แห้งของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp 24

4.4 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ในตัวทำละลายเอทานอล 28

4.5 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ในตัวทำละลายเอทานอล 29

ค 1 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน 54

ค 2 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน 54

ค 3 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล 55

ค 4 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล 55

ค 5 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล 56

ค 6 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล 56

ค 7 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค 8 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน..... 60
ค 9 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล..... 61
ค 10 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล..... 61
ค 11 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล..... 62
ค 12 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล..... 62
ค 13 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน 66
ค 14 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน 66
ค 15 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล 67
ค 16 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล 67
ค 17 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล 68
ค 18 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล 68
ค 19 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน..... 72
ค 20 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน..... 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค 21 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล..... 73

ค 22 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล..... 73

ค 23 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล..... 74

ค 24 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล..... 74

ค 25 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน 78

ค 26 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน 78

ค 27 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล 79

ค 28 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล 79

ค 29 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล 80

ค 30 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล 80

จ 1 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ..... 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

จ 2 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 93

ฉ 1 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 95

ฉ 2 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 95

ฉ 3 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 95

ฉ 4 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 96

ฉ 5 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 96

ฉ 6 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 96

ฉ 7 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 97

ฉ 8 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 97

ฉ 9 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 97

ฉ 10 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 98

ฉ 11 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ฉ 12 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 98

ฉ 13 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 99

ฉ 14 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเอทานอล ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ..... 99

ฉ 15 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัม..... 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สิวเป็นโรคผิวหนังชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ทุกวัย โดยสาเหตุของการเกิดสิวมีได้หลายสาเหตุ เช่น ความผิดปกติในการสร้างเซลล์ผิวของชั้นเคราติน (keratin) ต่อมไขมันที่ผลิตซีบัมออกมามากเกินไป (พรพิมลและคณะ, 2558) ซึ่งซีบัมเป็นส่วนประกอบของไขมันที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น เป็นสารช่วยให้เกิดความชุ่มชื้นแก่ผิว โดยสามารถแบ่งสิวได้ 2 ชนิด ได้แก่ 1. สิวชนิดไม่อักเสบ (Non - inflammatory ace) หมายถึง สิวที่เกิดการอุดตันของคอมีโดน (Comedone) ในรูขุมขน ซึ่งคอมีโดนมีส่วนประกอบของซีบัมและเศษเซลล์ที่มาจากต่อมไขมันเมื่อเกิดการสะสมมากขึ้นทำให้เกิดการอุดตันที่รูขุมขน ตัวอย่างสิวชนิดนี้ ได้แก่ สิวอุดตันหัวเปิดและหัวปิด และ 2. สิวชนิดอักเสบ (Inflammatory ace) หมายถึง สิวที่มีการอุดตันของรูขุมขน มีลักษณะเป็นตุ่มแดง นูน และมีหนอง โดยสิวชนิดนี้เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียในบริเวณรูขุมขน (ลีลาวดี, 2559) เช่น *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ที่สามารถสร้างเอนไซม์ออกฤทธิ์กระตุ้นการเกิดสิวได้ (มณฑล และคณะ, 2561) โดยแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญเป็นสาเหตุของการติดเชื้อที่ผิวหนังแผลและเนื้อเยื่อ เชื้อจะบุกรุกเซลล์เจ้าบ้านแล้วเริ่มผลิตเอนไซม์ เช่น โปรติเอส ไลเปส ไฮยาลูโรนิเดส และคอลลาจิเนส ซึ่งช่วยในการทำลายเนื้อเยื่อและช่วยให้เชื้อโรคแพร่กระจายในเนื้อเยื่อที่ลึก (Bipul *et al.*, 2016) และแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* ที่ทำให้เกิดโรคสิวอักเสบเป็นหนอง ซึ่งสามารถพบได้ตามผิวหนังทั่วไปและเยื่อบุบางแห่ง เช่น จมูก หู ปาก และหลอดปัสสาวะส่วนปลาย (รุ่งทิพย์ และคณะ, 2560) โดยแบคทีเรียชนิดนี้สามารถสร้างไบโฟล์มและมียีนต้านทานยาปฏิชีวนะ เช่น ไลเปส และเดลต้าฮีโมไลซิส ที่ส่งผลต่อการเกิดการอักเสบของสิว สำหรับการรักษาสิวโดยการใช้ยาปฏิชีวนะนั้นมีทั้งผลดีและผลข้างเคียง เช่น ยาปฏิชีวนะชนิดทา ได้แก่ คลินดามัยซิน (Clindamycin) เป็นยาแต้มสิวที่หากใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดการดื้อยาและส่งผลให้เกิดการรักษาที่ยากขึ้น (มณฑล และคณะ, 2561) จากการศึกษาคุณสมบัติของสาหร่ายพบว่าสาหร่ายเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น กรดไขมัน แคโรทีนอยด์ และวิตามิน ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพนี้สามารถออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อโรค (Weiqi *et al.*, 2017) Younes และคณะ (2011) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กสร้างสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *S. epidermidis* ได้ โครงงานพิเศษนี้จึงคัดแยกสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กจากแหล่งน้ำบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อสิว ซึ่งในอนาคตสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในทางด้านอุตสาหกรรมยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อคัดแยกสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อสิว ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis*

1.2.2 เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ อะซิโตน เอทานอล และเมทานอล ที่มีประสิทธิภาพสูงในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

1.2.3 เพื่อทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อสิว ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis*

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

คัดแยกสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) โดยนำน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวมาเลี้ยงในอาหารสูตร N-8 และ BG-11 จากนั้นนำสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่ผ่านการคัดแยกมาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยใช้ตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ อะซิโตน เอทานอล และเมทานอล เพื่อใช้ทดสอบการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อสิว ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* โดยวิธี Agar disc diffusion นอกจากนี้ทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) และทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถคัดแยกสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กและทราบถึงสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อสิว ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis*

1.4.2 ทราบถึงความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่สร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว

1.4.3 ทราบถึงตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของสาหร่ายสีเขียว

"สาหร่าย" ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "แอล-จี" ซึ่งเป็นพหูพจน์ ส่วนเอกพจน์ คือ "แอล-กา" แปลว่า วัตถุที่มีค่าน้อย มีการนำคำว่า "สาหร่าย" มาใช้กับสิ่งมีชีวิตที่ยังไม่มีต้น ราก และใบ มีลักษณะง่ายๆ เป็นท่อนหรือดุ้นหรือทัลลัส คือ มีตั้งแต่เซลล์เดี่ยว ซึ่งเป็นชนิดที่ง่ายที่สุด จนกระทั่งมาถึงชนิดเชิงซ้อนและมีขนาดใหญ่ประกอบด้วยเซลล์เป็นจำนวนมาก สาหร่ายมีแบบแผนการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง ในบรรดาสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้ พบว่าเป็นพวกสาหร่ายประมาณร้อยละ 50 - 60

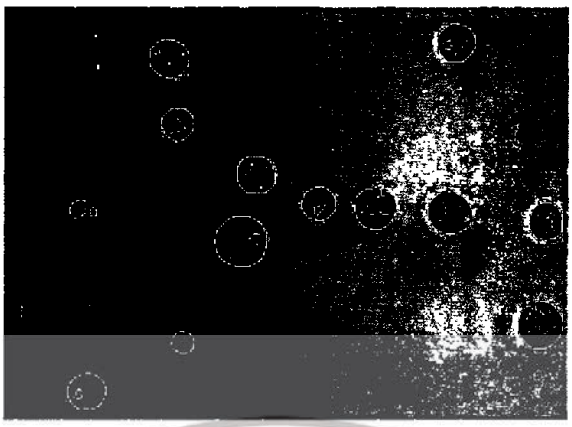
กลุ่มของสาหร่ายที่ลอยอยู่ในแหล่งน้ำ ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม จัดเป็นแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นแหล่งอาหารเริ่มต้นในระบบนิเวศแหล่งน้ำ และขณะเดียวกันยังเป็นผู้ผลิตออกซิเจนในบรรยากาศประมาณร้อยละ 30 - 50 (วันเพ็ญ, 2549)

2.2 สาหร่ายสีเขียว

สาหร่ายสีเขียวจัดอยู่ในดิวิชันคลอโรไฟตา สาหร่ายในดิวิชันนี้ ส่วนใหญ่มีสีเขียวเหมือนหญ้า ทั้งนี้เพราะภายในมีคลอโรพลาสต์ที่มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ทั้ง เอ และบี จำนวนมาก ซึ่งจะบดบังรงควัตถุสีอื่นๆไว้ รงควัตถุทั้งหมดที่อยู่ในคลอโรพลาสต์มีรูปร่างหลายแบบ คุณสมบัติเหล่านี้สามารถนำมาจัดจำแนกสาหร่ายสีเขียวได้อย่างชัดเจน สาหร่ายสีเขียวส่วนใหญ่จะมีไพรีนอยด์ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางในการสร้างแป้งในเซลล์ของสาหร่าย จะพบสาหร่ายสีเขียวได้ทั่วไป ประมาณกันว่าร้อยละ 10 ของสาหร่ายสีเขียวทั้งหมดเป็นสาหร่ายทะเล ซึ่งจะเจริญแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ส่วนอีกร้อยละ 90 ของสาหร่ายสีเขียวที่เหลือจะเป็นสาหร่ายน้ำจืดหลายชนิดมีสภาพเป็นแพลงก์ตอนพืช แต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกันมากทั้งรูปร่าง โครงสร้าง และการสืบพันธุ์ (ยุวดี, 2549) สาหร่ายสีเขียวเป็นสาหร่ายที่มีความหลากหลายมากที่สุด ทั้งรูปร่างและวัฏจักรชีวิต ถึงแม้ว่าสาหร่ายสีเขียวส่วนมากจะอาศัยอยู่ในน้ำ แต่ยังพบว่ามีแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างกันไปอีกจำนวนมาก ได้แก่ บนเปลือกไม้ ในดิน อาศัยร่วมกับราไลเคน สัตว์เซลล์เดียว และไฮดรา เป็นต้น รวมทั้งที่เจริญอยู่บนหิมะด้วย (วันเพ็ญ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 *Chlamydomonas* spp.



รูปที่ 2.1 ลักษณะของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. (กำลังขยาย 400 เท่า)
ที่มา: https://algalramblings.wordpress.com/2017/12/14/the-green-yeast-part-2-thebasic-anatomy-of-chlamydomonas-reinhardtii/

2.3.1 การจัดจำแนก *Chlamydomonas* spp. (ยุวดี, 2549)

Division Chlorophyta
Class Chlorophyceae
Order Volvocales
Family Chlamydomonaceae
Genus *Chlamydomonas* spp.

2.3.2 รูปร่างและลักษณะ

สกุล *Chlamydomonas* เป็นสาหร่ายพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด บางครั้งทำให้แหล่งน้ำมีฝ้าสีเขียวบนผิวน้ำ และบางครั้งทำให้น้ำในสระขุ่นเขียว นอกจากมีการแพร่กระจายในแหล่งน้ำอย่างกว้างขวาง โครงสร้างของเซลล์ เป็นสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียวที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลเจลลา 2 เส้น เซลล์มีขนาดเล็กต้องตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ รูปร่างกลมหรือลูกแพรสีเขียวขนาดเล็ก โดยปกติเซลล์ยาวไม่เกิน 25 ไมโครเมตร แฟลเจลลาอยู่ตำแหน่งด้านหน้าสุดของเซลล์ ใช้โบกพัดในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ มีจุดรับแสงประกอบด้วยสารสีโรดรอป ซึ่งเป็นสารสีชนิดเดียวกันกับสารสีที่ใช้ในการมองเห็นของสัตว์มีกระดูกสันหลัง เซลล์มีการเคลื่อนที่เข้าหาแสงที่มีความเข้มของแสงปานกลาง โดยการใช้จุดรับแสงซึ่งอยู่ด้านหน้าของขอบคลอโรพลาสต์ มีตำแหน่งแน่นอนในแต่ละชนิด คลอโรพลาสต์เป็นแบบรูปถ้วยหรือรูปตัวเอช (H) หรือรูปดาว มีไพรีนอยด์ 1 อันหรือหลายอันอยู่ที่ฐานของคลอโรพลาสต์กลางเซลล์ มีรูปร่างกลม ผิวรอบนอกขรุขระ (วันเพ็ญ, 2549) มีคอนแทรคไทล์แวคคิวโอล 1 หรือ 2 อัน มีอายสปอตฝังอยู่ในคลอโรพลาสต์บริเวณด้านหน้า สาหร่ายจีนัทนี้มีจำนวนมากหลายร้อยชนิด เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมบางชนิดอาจสร้างแคโรตินอยด์ชั้นที่สอง ทำให้มีสีส้มหรือแดง และผนังเซลล์หนาขึ้นกลายเป็นอะคีนีทได้ (ยุวดี, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ถ้าเป็นแบบอาศัยเพศจะเริ่มจากเซลล์แม่จะเปลี่ยนเป็นซูโอสปอร์แรงเจียม มีการสร้างซูโอสปอร์โดยเริ่มจากการแบ่งนิวเคลียสออกตามแนวยาว ตามด้วยการแบ่งไซโตพลาสซึมกระทำหลายครั้ง จนกระทั่งได้ซูโอสปอร์ว่ายน้ำเป็นอิสระ จะมีการสร้างแฟลเจลลัม แล้วเจริญเป็น *Chlamydomonas* ต่อไป ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม *Chlamydomonas* บางเซลล์จะสร้างระยะพาล์เมลลาฝังอยู่ในสารพวกเจลาติน เมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสมก็จะหลุดออกมาเจริญต่อไป ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะกระทำโดยเซลล์แม่จะเปลี่ยนเป็นแกมีแทงเจียม สร้างแกมีทซึ่งอาจจะมารวมกันแบบไอโซแกมี หรือเฮเทอโรแกมีก็ได้ และอาจจะเป็นโฮโมทัลลิคคอนจูเกชัน หรือเฮเทอโรทัลลิคคอนจูเกชันก็ได้แล้วแต่จะเป็นชนิดใด เมื่อแกมีทมารวมกันเป็นไซโกตและจะมีการพัฒนาเป็นไซโกสปอร์ มีผนังหนาทนทานต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ภายในไซโกสปอร์จะมีการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสได้เซลล์ของ *Chlamydomonas* งอกหลุดออกมาจากไซโกสปอร์เจริญต่อไป (ยุวดี, 2549)

2.3.4 ประโยชน์

สารสกัดฟีนอลลิกและกรดแกลลิกของสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardti* ที่มีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger* และ *Aspergillus flavus* และสารต้านอนุมูลอิสระ (Renukadev และคณะ, 2009) สอดคล้องกับรายงานของ Younes และคณะ (2007) ที่รายงานว่า ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Candida kefyr* ATCC 38296, *Candida albicans* ATCC 14053, *Aspergillus niger* PLM 1140 และ *Aspergillus fumigatus* PLM 712 และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* PTCC 1112, *Staphylococcus epidermidis* PTCC 1114, *Bacillus subtilis* PTCC 1023, *Escherichia coli* PTCC 1047, *Salmonella typhi* PTCC 1609 และ *Pseudomonas aeruginosa* PTCC 1074 ของสาหร่ายขนาดเล็กจากนาข้าวทางใต้ของอิหร่าน โดยสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ที่สกัดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *S. epidermidis* คือ มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8 และ 9 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Davies และ Grossman (1998) รายงานว่าสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardti* มีประโยชน์ในด้านพันธุวิศกรรม เป็นแบบจำลองในการศึกษาจีโนมและกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจาก *Chlamydomonas* มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับการศึกษาทางชีวเคมีและชีวฟิสิกส์ของการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ยังมีสารประกอบที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอนหรือตัวรับอิเล็กตรอนในห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นกลไกของเซลล์ที่ใช้เพื่อดึงพลังงานจากแสงอาทิตย์ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carr และคณะ (2017) รายงานว่า สาหร่าย *Chlamydomonas* เป็นผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหารและยังสามารถเป็นแหล่งผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพได้อีกด้วย

2.4 สิว

สิว เกิดจากที่ต่อมไขมันมีการผลิตไขมันมากเกินไปทำให้มีการอุดตันทางเดินของไขมัน จึงทำให้เกิดสิว อาจจะเป็นสิวหัวขาวหรือหัวดำก็ได้ หากมีการติดเชื้อแบคทีเรียจะทำให้เกิดการอักเสบของสิว เช่น เป็นหนอง โดยส่วนใหญ่แล้วสิวจะขึ้นตามหน้า หลัง หรือหน้าอก ซึ่งสาเหตุของการเกิดสิวมีหลายปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ การแบ่งตัวของผิวหนังชั้นในสุดมากเกินไป การผลิตไขมันที่มากเกินและกระบวนการอักเสบของผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าฮอร์โมน อาหารที่รับประทาน และกรรมพันธุ์ ก็มีส่วนในการทำให้เกิดสิว (ปริญญา และอมรรัตน์, 2556)

เนื่องจากสาเหตุของสิวมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นการป้องกันการเกิดสิวสามารถทำได้หลายอย่าง เช่น ลดการอุดตันของรูขุมขนด้วยการล้างหน้าให้สะอาดเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้เกิดการอุดตันของรูขุมขน ไม่เอามือไปสัมผัสผิวหน้าหากยังไม่ได้ล้างมือให้สะอาด รับประทานอาหารขนมหรือเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลน้อย (เจนจิรา, 2559)

2.5 แบคทีเรียก่อให้เกิดสิว

สิวเป็นความผิดปกติของผิวหนังที่พบได้บ่อยในทุกวัยโดยเฉพาะวัยรุ่น มีความรุนแรงตั้งแต่น้อยไปจนถึงมาก กระบวนการเกิดสิวมี 4 ขั้นตอน คือ มีการสร้างไขมันที่ผิวหนังเพิ่มมากขึ้นกว่ามากกว่าปกติ ทำให้เกิดการอุดตันของรูขุมขนบริเวณใบหน้าและลำตัว จึงมีการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นเชื้อประจำถิ่นบนผิวหนัง และเกิดการอักเสบบริเวณผิวหนังขึ้นมา เชื้อที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสิว ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* โดยยาที่ใช้รักษาสิวโดยทั่วไป ได้แก่ คลินดามัยซิน ซึ่งมีผลข้างเคียงทำให้ผิวแห้ง มีการระคายเคือง นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุทำให้เชื้อดื้อยาได้อีกด้วย (กัลยาณี และคณะ, 2560)

2.5.1 *Staphylococcus aureus*

รูปที่ 2.2 ลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (กำลังขยาย 1000 เท่า)
ที่มา: *Laura et al.* (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S. aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่มีรูปร่างกลมขนาด 0.5 – 1.0 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น แต่อาจจะพบเป็นเซลล์เดียว เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ เมื่อเจริญบนนอาหาร Nutrient Agar จะลักษณะโคโลนีกลม ขอบเรียบทึบ ผิวหน้าเป็นมัน มีสีครีมเหลือง (นาวาดี และคณะ, 2557) แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของคาโรตินอยด์ในเซลล์เมมเบรน รวมถึงอุณหภูมิ อาหารเลี้ยงเชื้อ และสภาวะแวดล้อมที่ทำให้เชื้อเจริญ

S. aureus สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 6 – 46 องศาเซลเซียส โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30 – 37 องศาเซลเซียส ทนความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ค่ากรด-เบสที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 4.0 – 10.0 โดยมีช่วงที่เหมาะสมคือ 7.0 – 7.5 แหล่งที่พบเชื้อ *S. aureus* เป็นเชื้อที่สามารถพบได้ที่ผิวหนัง โพรงจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และบาดแผลที่เป็นฝีหนอง รวมถึงในดินและฝุ่นละออง อาหารที่มักพบเชื้อ *S. aureus* ปนเปื้อนได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีก ผลิตภัณฑ์จากไข่ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และผลิตภัณฑ์นม ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน

เชื้อ *S. aureus* ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนสารพิษแม้ในปริมาณน้อยกว่า 100,000 เซลล์ต่อกรัมอาหาร ก็สามารถทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้ ทำให้เกิดโรคฝี หนอง แผลติดเชื้อ สารพิษชนิดนี้จะมีปริมาณสูงมากเมื่อมีเชื้อ *S. aureus* ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร (สุวรรณี, 2554)

2.5.2 *Staphylococcus epidermidis*

รูปที่ 2.3 ลักษณะของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* (กำลังขยาย 1000 เท่า)
ที่มา: *Laura et al.* (2012)

S. epidermidis เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างเป็นแบบกลม สามารถเจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ ไม่เป็นจุลินทรีย์ก่อโรคแต่เป็นตัวที่เป็นสาเหตุทำให้เกิด การติดเชื้อ พบอยู่ตามร่างกายทั่วไปสามารถเจริญเติบโตได้โดยอาศัยน้ำ กรดอะมิโน เกลือแร่ กรดไขมันจากต่อมเหงื่อและต่อมไขมันจากผิวหนัง บริเวณตา จมูก สามารถเกาะติดกับเนื้อเยื่อบริเวณจมูก และหลังโพรงจมูกโดยไม่ถูกชับไปกับเมือกหรือน้ำมูก บริเวณใบหน้าหรือผิวหนังเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S. epidermidis ซึ่งถ้าสิวเกิดการติดเชื้อเพิ่มอีกจะเรียกว่า การติดเชื้อทุติยภูมิทำให้เกิดสิวอักเสบมีหนองที่รุนแรงมากขึ้น (สุวรรณี, 2554)

2.6 คลินดามัยซิน

เป็นยาปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียรวมถึงต่อต้านเชื้อโปรโตซัวบางชนิด เช่น เชื้อมาลาเรีย ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดไม่ใช่มีแต่รูปแบบของยารับประทาน คลินดามัยซินยังถูกนำมาผลิตเป็นรูปแบบของโลชั่นและเจล ทาแก้สิวอักเสบจากเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย

สำหรับการกระจายตัวของยาคลินดามัยซิน เมื่อเข้าสู่ร่างกายพบว่า ปริมาณประมาณร้อยละ 95 ของตัวยาจะจับกับโปรตีนในกระแสเลือด และถูกส่งไปเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีที่อวัยวะตับ ร่างกายจะใช้เวลาประมาณ 2 - 3 ชั่วโมงในการกำจัดยาออกจากกระแสเลือดร้อยละ 50 โดยผ่านไปกับอุจจาระและปัสสาวะ

กระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยได้บรรจุยาคลินดามัยซินลงในบัญชียาหลักแห่งชาติ ทำให้เราสามารถพบเห็นยาคลินดามัยซินมีใช้กันในหลายสถานพยาบาล ยาคลินดามัยซินจัดอยู่ในหมวดของยาอันตราย มีข้อห้ามใช้และผลข้างเคียงแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละราย ดังนั้นการใช้ยาจึงต้องอยู่ภายใต้คำสั่งแพทย์เท่านั้น (อภัย, 2562)

นอกจากยาปฏิชีวนะคลินดามัยซินแล้ว ยังมียาปฏิชีวนะตัวอื่นๆ เช่น อีรีโทรมัยซิน ที่มีทั้งรูปแบบน้ำและเจล ที่ช่วยในการฆ่าเชื้อก่อสิว ยาปฏิชีวนะเตตริโนอิน ไฮโซเตตริโนอิน อะดาพาลีน ยาในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ช่วยให้ผิวหนังลอกหลุดเร็วขึ้น ช่วยให้สิวอุดตันนิ่มลง และยาปฏิชีวนะที่มีส่วนผสมของอะเซเลอิค แอซิด ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่ก่อสิว ข้อดีคือจะช่วยสร้างเม็ดสี ช่วยให้รอยสิวจางลง (วาสนภ, 2560)

2.7 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

2.7.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar disc diffusion

ทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัด ด้วยวิธี Agar disc diffusion เตรียมอาหารแข็ง Nutrient agar ในจานเพาะเลี้ยงใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อชุบแบคทีเรียที่ปรับความ ขุ่นไว้โดยมีปริมาณเชื้อประมาณ 10^5 – 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการ swab ให้ทั่วบนผิวอาหาร เลี้ยงเชื้อ Nutrient agar จากนั้นวางแผ่นทดสอบ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิลิตร) ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar หยดสารสกัดที่จะทดสอบลงบนแผ่นทดสอบโดยหยดสารสกัด รวมทั้งหยดตัวทำละลายนั้นๆ เป็นตัวควบคุม โดยใช้ automatic pipette ที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำจานเพาะเชื้อนี้ไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 – 18 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง ทำการวัดใน 3 ทิศทาง แต่ละทิศทางทำมุมกัน 60 องศา โดยวัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร (อมรรัตน์ และคณะ, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Minimal inhibitory concentration, MIC) ในการทดสอบนี้จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลว คือ Trypticase soy broth นำสารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ มาหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ โดยทำการเจือจางสารสกัดในอาหารเหลว ให้มีความเข้มข้นลดลงทีละครึ่งตามลำดับ จนมีความเข้มข้นสุดท้ายที่ต้องการ แล้วเติมเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปเท่าๆกันทุกหลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง จากนั้นให้สังเกตหลอดสุดท้ายที่ไม่มีจุลินทรีย์เจริญหรือสังเกตอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดไม่ขุ่น อ่านปริมาณของสารทดสอบของหลอดนี้เป็นค่า MIC บันทึกหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิเมตร (อมรรัตน์ และคณะ, 2559)

2.7.3 การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (Minimal bactericidal concentration, MBC) เป็นค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ทำให้เชื้อไม่เจริญในอาหารเหลวนั้น สามารถนำมาหาค่า MBC ได้ โดยนำหลอดที่ทำการทดสอบจากการหาค่า MIC ที่ไม่มีความขุ่นทุกหลอดไป spread plate บนอาหาร Trypticase soy agar ถ้าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ก็จะไม่พบการเจริญของเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ แต่ถ้าเชื้อไม่ตายก็จะพบการเจริญของเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (อมรรัตน์ และคณะ, 2559)

2.8 การสกัด

การสกัดสารทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของสารกัด คุณสมบัติของสารที่ทนกับความร้อน ชนิดตัวทำละลาย โดยแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียและข้อจำกัด ดังนี้

2.8.1 มาเซอเรชัน

มาเซอเรชัน (Maceration) เป็นวิธีสกัดสารโดยหมักสารสกัดตัวอย่างกับตัวทำละลายในภาชนะปิด เช่น ขวดรูปชมพู่ ขวดปากกว้าง เป็นต้น โดยนำสารสกัดตัวอย่างที่บดละเอียด มาเติมตัวทำละลายตามอัตราส่วนที่ต้องการ ทิ้งไว้ 12-24 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น เมื่อครบเวลาที่กำหนดทำการกรองเอาสารสกัดออก พยายามเอาสารละลายที่สกัดได้ออกจากกากให้มากที่สุด โดยวิธีนี้มีข้อดีคือ สารสกัดที่ได้จะไม่โดนความร้อน แต่จะเป็นวิธีที่ใช้ตัวทำละลายมาก (จันทร์เพ็ญ, 2559)

2.8.2 เพอร์โคเลชัน

เพอร์โคเลชัน (Percolation) เป็นวิธีการสกัดสารแบบต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องที่เรียกว่าเพอร์โคเลเตอร์ (Percolator) นำสารตัวอย่างมาหมักกับตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุผงยาทีละน้อย เป็นชั้นลงในเพอร์โคเลเตอร์ เติมตัวทำละลายให้อยู่ในระดับสูงเหนือสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ไปให้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วค่อยเริ่มเอาสารสกัดออก ต้องคอยเติมตัวทำละลายให้อยู่เหนือสารตัวอย่างตลอด อย่าให้แห้ง เก็บสารสกัดจนสารสกัดสมบูรณ์ แยกสารสกัดออกมาให้มากที่สุด นำเอาสารสกัดที่ได้ไปกรอง (จันทร์เพ็ญ, 2559)

2.8.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง

การสกัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Extraction) เป็นวิธีการสกัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย โดยใช้เครื่องที่เรียกว่า ซอกซ์เลตเอกซ์ แทรกเตอร์ (Soxhlet extractor) ในระบบปิด ใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ โดยจะใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายระเหยตัวขึ้น แล้วกลั่นตัวลงมาในทิมเบิ้ล (Thimble) ที่บรรจุสารสกัดตัวอย่างไว้ เมื่อตัวทำละลายในหลอดกระดาษกรอง (Extracting chamber) สูงถึงระดับ จะเกิดการลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงมาในฟลาส์ก และจะได้รับความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ ตัวทำละลายจึงจะระเหยขึ้นไป ทิ้งสารสกัดไว้ในฟลาส์ก ตัวทำละลายเมื่อกระทบกับคอนเดนเซอร์ก็จะกลั่นตัวกลับลงมาเป็นสารสกัดใหม่ และจะวนเวียนเช่นนี้ จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ (จันทร์เพ็ญ, 2559)

2.9 การทำสารสกัดจากตัวอย่างให้เข้มข้น

สารสกัดที่ได้จะมีปริมาณมากและเจือจาง ทำให้นำไปแยกองค์ประกอบได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพจึงต้องนำมาทำให้มีความเข้มข้นเสียก่อนด้วยวิธีดังนี้ (สายใจ และอาอีเซาะส์, 2559)

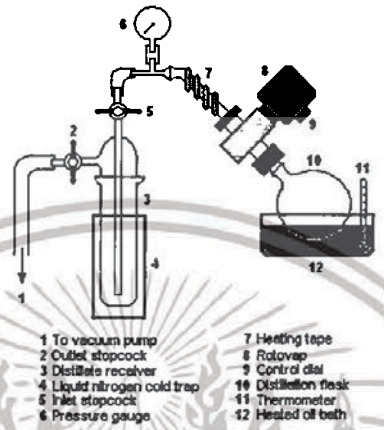
2.9.1 การกลั่นในสุญญากาศ

จัดเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากสารสกัดโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำพร้อมทั้งลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ เครื่องมือนี้เรียกว่า โรตารีอีวาโพเรเตอร์ (rotary evaporator) (ภาพที่2.4) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ ภาชนะบรรจุสารสกัดที่จะกลั่น ส่วนคอนเดนเซอร์หรือส่วนควบแน่นไอสารละลาย และภาชนะรองรับสารละลายหลังจากการกลั่น โดยสารสกัดซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะจะแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้และจะหมุนตลอดเวลาที่ทำงานเพื่อให้มีการกระจายความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ภาชนะบรรจุสารนี้จะต่อเข้ากับส่วนควบแน่น ซึ่งมีระบบทำความเย็นหล่อตลอดเวลา ปลายของส่วนควบแน่นจะมีภาชนะรองรับโดยทั้งระบบจะต่อเข้ากับระบบสุญญากาศ สารที่ระเหยออกจากภาชนะบรรจุควบแน่นที่คอนเดนเซอร์และหยดลงมาภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่น ซึ่งสารละลายดังกล่าวสามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

การเลือกตัวทำละลายในการเตรียมสารสกัดขึ้นกับความสามารถในการละลายองค์ประกอบสำคัญที่ต้องการและองค์ประกอบอื่นๆที่ไม่ต้องการ และขึ้นกับชนิดของสารสกัดที่ต้องการเตรียม สารละลายอาจเป็นตัวทำละลายเดี่ยวหรือเป็นของผสมของตัวทำละลายต่างๆก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป สารละลายควรมีความสามารถในการละลายองค์ประกอบสำคัญมากที่สุดและไม่ละลายหรือละลาย องค์ประกอบอื่นๆได้น้อย หาง่ายราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย มีความคงตัวดี ไม่ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบสำคัญในสารสกัดนอกเหนือจากที่ต้องการ (สายใจ และอาอีเซาะส์, 2559)



รูปที่ 2.4 โรตารีอีวาโพเรเตอร์ (rotary evaporator)

ที่มา: http://en.citizendium.org/images/3/3b/Rotary_Evaporation.png

2.10 ตัวทำละลาย

ในการสกัดจะได้ผลดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด ไม่เป็นพิษ และมีราคาไม่แพง ซึ่งในการเลือกใช้ตัวทำละลายอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้ คือสารละลายและตัวทำละลายมีคุณสมบัติความมีขั้วที่คล้ายคลึงกัน ละลายสารที่ต้องการออกมามากที่สุดและแรง (Force) ที่เกี่ยวข้องในการละลายที่สำคัญ เช่น แรงการกระจาย หรือแรงลอนดอน (Dispersion force หรือ London force) แรงดึงดูดระหว่างขั้ว (Dipole-dipole force) และ พันธะไฮโดรเจน (H-bonding) (จันทร์เพ็ญ, 2559)

2.10.1 อะซิโตน

อะซิโตน เป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย ติดไฟง่าย ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในบ้านเรือนหลายชนิด เช่น สี น้ำยาขัดเงาน้ำยาทำความสะอาด และกาว อะซิโตนเป็นพิษเฉียบพลันน้อยต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งโดยการเข้าทางปาก ป้ายบนผิวหนัง และการสูดดม อะซิโตนมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง การได้รับอะซิโตนที่มีความเข้มข้นสูงโดยการสูดดมจะทำให้วิงเวียนศีรษะ มึนงง และสูญเสียความรู้สึก (สุเทพ และคณะ, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 เอทานอล

เอทานอล หรือที่เรียกวา เอทิลแอลกอฮอล์ หรือแอลกอฮอล เปนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี จุดติดไฟ และระเหยง่าย สามารถละลายได้ในน้ำและสารละลายอื่นๆ มีจุดเดือด 78.32 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็ง - 243.1 องศาเซลเซียส สามารถผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี และกระบวนการหมักวัตถุดิบจำพวกแป้ง และน้ำตาลด้วยจุลินทรีย์ นิยมนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับผลิตสารเคมีอื่นๆหรือนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น ใช้เป็นตัวทำละลาย เครื่องดื่ม และเชื้อเพลิง เป็นต้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

2.10.3 เมทานอล

เป็นตัวทำละลายที่มีอำนาจในการละลายกว้างมาก ส่วนมากใช้ในการสกัดองค์ประกอบสำคัญที่มีขั้วและยังใช้ทำละลายเอนไซม์ในพืชด้วยเช่นเดียวกับเอทานอล แต่นิยมใช้เอทานอลมากกว่าเพราะราคาถูกกว่าและเป็นพิษน้อยกว่า (สายใจ และอาอีเซาะส์, 2559)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Younes และคณะ (2007) รายงานว่า ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรียของสาหร่ายขนาดเล็กจากนาข้าวทางใต้ของอิหร่าน เก็บตัวอย่างดินจากนาข้าว จังหวัดฟาร์สและเพาะเลี้ยงในอาหาร BG11 สารสกัดจากสารแขวนลอย เมทานอล และเฮกเซน โดยสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ที่สกัดด้วยเมทานอล มีขนาดบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* คือ 8 และ 9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Helena และคณะ (2011) รายงานว่า สาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ที่สกัดด้วยเมทานอลและเฮกเซน มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *S. epidermidis* ได้

ศักยภาพของสาหร่ายสีเขียว 14 สายพันธุ์ในฐานะผู้ผลิตยาปฏิชีวนะ ที่แยกได้จากแหล่งน้ำใกล้เหมืองร้างในเมืองออนแทรีโอ ประเทศแคนาดา และนำสารสกัดของสาหร่ายมาทดสอบกับแบคทีเรียหลายชนิด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าร้อยละ 37.5 ของสาหร่ายเหล่านี้ผลิตสารที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ดูเหมือนจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *S. aureus* นอกจากนี้สารสกัดหยาบของ *Chlamydomonas* sp. ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่แยกได้ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในระหว่างการเจริญเติบโตของเซลล์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่สูงที่สุดของสายพันธุ์นี้พบในระยะเอ็กซ์โปเนนเชียล (Gerusa, 2018)

Jayshree และคณะ (2016) รายงานว่า สาหร่ายขนาดเล็กเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ ที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิเป็นที่สนใจทางด้านอุตสาหกรรมยา โดยการสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ด้วยตัวทำละลายเมทานอลนั้นสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคนได้ เช่น *S. aureus* ที่มีขนาดการยับยั้ง 13.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เครื่องเขย่า (shaker : innova 2000)

3.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartourius Analytic : PA:214)

3.1.3 หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave : ES-315)

3.1.4 ตู้เขี่ยเชื้อแบบลมเป่า (laminar air flow : LA-CLEANLINE BS-120)

3.1.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge : Megafuge 8R)

3.1.6 เครื่องระเหยแห้งแบบลดความดัน (rotary evaporater : Heizbad Hei-VAP)

3.1.7 เครื่องทำเซลล์แห้งแบบลดอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (freeze-dryer : Lyolab 3000)

3.1.8 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer : UV-1280)

3.1.9 เครื่องวัดความสว่าง (digital lux meter : LX1010BS)

3.1.10 เครื่องอบลมร้อน (hot air oven : ED 53)

3.1.11 ชุดเลี้ยงสาหร่ายแบบให้อากาศ (culture tube)

3.1.12 แผ่นทดสอบ (disc diffusion : MN 827 ATD)

3.1.13 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทั่วไป

3.2 สารเคมี

3.2.1 ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 3 ชนิด ได้แก่ อะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 99.5 เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.9 และเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.8 (analytical reagent grade)

3.2.2 สูตรอาหาร N-8 (ภาคผนวก ก)

3.2.3 สูตรอาหาร BG-11 (ภาคผนวก ก)

3.2.4 สูตรอาหาร Nutrient Agar (ภาคผนวก ก)

3.2.5 สูตรอาหาร Nutrient Broth (ภาคผนวก ก)

3.2.6 สูตรอาหาร Mueller Hinton Agar (ภาคผนวก ก)

3.2.7 สูตรอาหาร Mueller Hinton Broth (ภาคผนวก ก)

3.2.8 สูตรอาหาร Tryptic Soy Agar (ภาคผนวก ก)

3.2.9 สูตรอาหาร Tryptic Soy Broth (ภาคผนวก ก)

3.2.10 ยาปฏิชีวนะคลินดามัยซิน (Clindamycin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เชื้อสาหร่าย

สาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่คัดแยกจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คือ *Chlamydomonas* sp. AGL 1619, *Chlamydomonas* sp. AGR 1619, *Chlamydomonas* sp. PTB 2919, *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT 1619

3.4 เชื้อแบคทีเรีย

เชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ เชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 จากห้องปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

3.5.1 การคัดแยกสาหร่ายจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

3.5.1.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

เก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยทำการเก็บวันที่ฟ้าโปร่ง มีแสงแดด ไม่มีเมฆฝน ในการเก็บจะใช้ขวดแก้วเพื่อให้จมอยู่ใต้ผิวน้ำ เก็บตัวอย่างที่ได้ใส่ถุงพลาสติกที่สะอาดรัดหนังยางนำไปตรวจหาสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ (ดวงกมล, 2560)

3.5.1.2 คัดแยกสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กให้บริสุทธิ์

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติมาแยกให้บริสุทธิ์ โดยใช้ปิเปตที่อบฆ่าเชื้อแล้วปิเปตน้ำตัวอย่างมา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารแข็งสูตร N-8 และ BG-11 ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยตัวอย่างน้ำให้ทั่วด้วยเทคนิค spread plate นำจานอาหารไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7-12 วัน ในที่มีแสง สังเกตการเจริญของโคโลนีสาหร่ายอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค Streak plate ทำซ้ำ 2-3 ครั้งเพื่อให้ได้โคโลนีที่บริสุทธิ์ โคโลนีในขั้นสุดท้ายจะทำการเก็บรักษาไว้ในหลอดอาหารวุ้นเอียง (ดวงกมล, 2560)

3.5.1.3 ศึกษาลักษณะรูปร่างของสาหร่าย

นำโคโลนีของสาหร่ายมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่าง และขนาดของเซลล์และบ่งชี้ชนิดของสาหร่าย (ยุวดี, 2549)

3.5.2 การเตรียมหัวเชื้อของสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก

นำสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. สายพันธุ์ที่คัดแยกได้จากหลอดอาหารวุ้นเอียงนำมาเป็นหัวเชื้อโดยใช้สาหร่าย 1 หลอดอาหารวุ้นเอียงมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร N-8 และ BG-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวางบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์แสงสีขาวที่มีความเข้มแสง 3000 ลักซ์ เป็นเวลา 7-14 วัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตรให้ได้เท่ากับ 0.3) (ดวงกมล, 2560)

3.5.3 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก (ดวงกมล, 2560)

3.5.3.1 นำถังน้ำพลาสติกใสขนาด 6 ลิตร ไปฆ่าเชื้อโดยแช่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 1 อาทิตย์ จากนั้นทำการล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง เพื่อกำจัดเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

3.5.3.2 เตรียมอาหารเหลวที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ปริมาตร 4 ลิตร ลงในถังน้ำพลาสติกขนาด 6 ลิตร

3.5.3.3 เติมหัวเชื้อสาหร่ายที่เตรียมไว้ (จากข้อ 3.2.2) ลงไปร้อยละ 10 ของปริมาตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

3.5.3.4 ต่อสายยางจากเครื่องเติมอากาศลงในแต่ละถังที่ใช้เพาะเลี้ยงให้มีความแรงของอากาศพอเหมาะและให้แสงตลอด 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มแสง 5,000 ลักซ์ ที่อุณหภูมิห้อง

3.5.4 การเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก

3.5.4.1 ปิดเครื่องเติมอากาศ เอาสายยางที่ให้อากาศออก จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เซลล์สาหร่ายตกตะกอนลงมาที่ก้นถังเพาะเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 1-2 วัน สังเกตสารละลายส่วนบนของอาหารหากมีความขุ่นหรือเขียวอยู่ ให้ตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งสารละลายส่วนบนใส

3.5.4.2 เทสารละลายใสส่วนบนออก นำส่วนตะกอนของสาหร่ายบริเวณก้นถังไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

3.5.4.3 เทสารละลายใสส่วนบนทิ้งไป และนำตะกอนเซลล์ที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.5.4.4 นำเซลล์สาหร่ายที่แห้งจากข้อ 3.2.4.3 มาบดเป็นผงให้ผนังเซลล์สาหร่ายแตกมากที่สุด ด้วยโกร่งบดยา (ดวงกมล, 2560)

3.5.5 การสกัดสารสกัดหยาบจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก

นำสาหร่ายที่ผ่านการบดด้วยโกร่งบดยาจนผนังเซลล์แตกมาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล และเมทานอล โดยนำตัวอย่างสาหร่าย 5 กรัม มาสกัดด้วยอะซิโตนปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำส่วนผสมมาเขย่าบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้จากการสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส แยกส่วนใสด้านบนออกและนำส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์ (Pellet) ไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งด้วยวิธีเดิมแต่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล นำส่วนใสที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 ครั้ง นำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบลดความดัน จากนั้นเก็บสารสกัดหยาบที่ได้ไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป (พรพิมล และคณะ, 2558)

3.5.6 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

ในการทดสอบใช้เชื้อแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ คือ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococus epidermidis* TISTR 2141 จากห้องปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยนำเชื้อแบคทีเรีย มาเลี้ยงบนอาหาร Nutrient Agar (NA) ด้วยวิธี Cross streak แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำให้อยู่ในรูปสารละลายแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ลวดเขี่ยเชื้อ (Loop) เขี่ยเชื้อมา 1-2 โคโลนี ละลายลงในอาหาร Nutrient Broth (NB) และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง วัดค่าดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ 625 นาโนเมตร มีค่า OD ระหว่าง 0.08 - 0.13 ซึ่งมีจำนวนเซลล์เทียบเท่าประมาณ 1.5×10^8 โคโลนีต่อมิลลิลิตร แล้วจึงนำไปทำการทดสอบกับสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. (สุนันทา และคณะ, 2560)

3.5.7 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

3.5.7.1 การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar disc diffusion

การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบ นำเชื้อที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococus epidermidis* TISTR 2141 ที่เตรียมไว้ (จากข้อ 3.2.6) ใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในสารละลายเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียที่เจือจางไว้และทา (Swap) ลงบนผิวอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) ในตู้ปลอดเชื้อแล้วทิ้งไว้จนสารละลายเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียซึมลงเนื้อวุ้นจนแห้งจากนั้นนำแผ่นทดสอบ (Disc) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร วางบนอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) จะวางแผ่นทดสอบ 5 แผ่น ประกอบด้วยแผ่นทดสอบที่มีสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ในความเข้มข้น 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ และประกอบด้วยแผ่นทดสอบที่เป็นตัวควบคุมโดยใช้ยาปฏิชีวนะคลินดามัยซิน (Clindamycin) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Positive Control) และใช้อะซิโตน เอทานอล และเมทานอล เป็นตัวควบคุมเชิงลบ (Negative Control) ปริมาตร 20 ไมโครลิตรต่อแผ่นทดสอบ ด้วยไมโครปิเปต (Micro pipette) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง ตรวจดูผลโดยวัดขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย จะทำให้ทราบถึงตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ดีที่สุดของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. (Hend and Kahkashan, 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.7.2 การทดสอบหาค่า MIC

การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococus epidermidis* TISTR 2141 ของสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก ด้วยวิธี Broth microdilution method โดยทำการดูดอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Broth ใส่ลงไปในหลุมที่ 1 - 7 (96 well plate) หลุมละ 100 ไมโครลิตร แล้วดูดสารสกัดที่ต้องการศึกษาลงในหลุมที่ 1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นดูดสารในหลุมที่ 1 จำนวน 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลุมที่ 2 ทำซ้ำทำนองเดียวกันนี้ไปจนถึงหลุมที่ 5 สำหรับหลุมที่ 5 เมื่อผสมสารสกัดและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากันได้ดีแล้วดูดสารละลายทิ้งไป 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติมเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบลงไปทุกหลุมหลุมละ 100 ไมโครลิตร โดยมีตัวควบคุมเชิงบวก (Positive control) ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อและแบคทีเรียในหลุมที่ 6 และมีตัวควบคุมเชิงลบ (Negative control) ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างเดียวในหลุมที่ 7 ทำ 3 ซ้ำ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง การอ่านผลการหา MIC ให้สังเกตความขุ่นของเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละหลุมเปรียบเทียบกับตัวควบคุมเชิงบวก (Positive control) และตัวควบคุมเชิงลบ (Negative control) (Mounyr, 2016)

3.5.7.3 การทดสอบหาค่า MBC

การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ด้วยวิธี Agar dilution method จากค่า MIC สามารถนำมาหาค่า MBC ได้โดยนำหลุมที่ใสจากการทดสอบหาค่า MIC มาหยด (Drop) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Agar ด้วยเทคนิค Drop plate ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อได้จะสังเกตไม่พบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว (ประสาทพร และคณะ, 2551)

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 2-3 ครั้ง โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete randomized design วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) สำหรับการทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococus epidermidis* TISTR 2141 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab version 19 ค่าที่ได้รายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

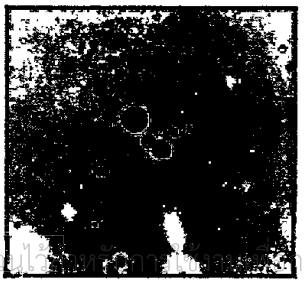
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

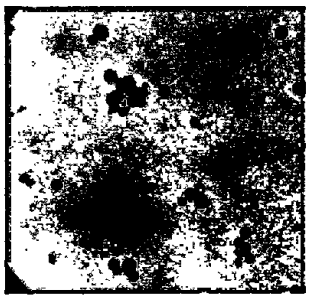
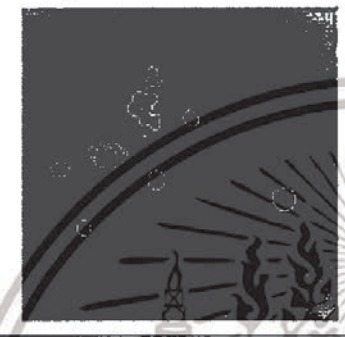
4.1 สาหร่ายที่คัดแยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาหร่ายที่คัดแยกได้จากบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คือ สาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ได้แก่ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 สาหร่ายที่คัดแยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำดับ	สายพันธุ์สาหร่าย (กำลังขยาย 1000 เท่า)	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง
1	*Chlamydomonas* sp. AGL1619	บ่อด้านซ้ายทางเข้าแปลงเกษตร ด้านหลังตึกบุนนาค คณะเทคโนโลยีการเกษตร	16 มกราคม 2561
2	*Chlamydomonas* sp. AGR1619	บ่อด้านขวาทางเข้าแปลงเกษตร ด้านหลังตึกบุนนาค คณะเทคโนโลยีการเกษตร	16 มกราคม 2561
3	*Chlamydomonas* sp. PTB2919 	บ่อน้ำพุด้านหลังใกล้โรงอาหารตึกเรียนรวมพระเทพฯ	29 มกราคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	*Chlamydomonas* sp. SCO7128 	อ่างเลี้ยงปลา บริเวณที่จอดรถ ใกล้สถานที่จำหน่ายตำราเรียน ตึกวิทย์เก่า คณะวิทยาศาสตร์	7 ธันวาคม 2562
5	*Chlamydomonas* sp. SCT1619 	บ่อน้ำพุ ฝั่งขวาของหอประชุมจุฬาภรณ์ฯ คณะวิทยาศาสตร์	16 มกราคม 2561

4.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักสารสกัดจาก *Chlamydomonas* spp.

จากการทดลองหาปริมาณสารสกัดของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. 5 สายพันธุ์ คือ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล และเมทานอล พบว่าสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมีปริมาณสารสกัดมากที่สุด คือ 0.2745 0.2649 และ 0.2581 กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (%yield) มากที่สุด คือ ร้อยละ 27.45 26.49 และ 25.81 ตามลำดับ ในขณะที่สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีปริมาณสารสกัดมากที่สุด คือ 0.3552 0.3487 และ 0.3456 กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (%yield) มากที่สุด คือ ร้อยละ 35.52 34.87 และ 34.56 ตามลำดับ และสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. SCT1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล มีปริมาณสารสกัดมากที่สุด คือ 0.3566 0.3536 และ 0.3529 กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (%yield) มากที่สุด คือ ร้อยละ 35.66 35.36 และ 35.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำหนักสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.

สายพันธุ์สาหร่าย	ตัวทำละลาย	น้ำหนักสารสกัด (กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง)	ร้อยละผลผลิตที่ได้ (%yield)
Chlamydomonas sp. AGL1619	อะซิโตน	0.2423	24.23
	เอทานอล	0.2965	29.65
	เมทานอล	0.3168	31.68
Chlamydomonas sp. AGR1619	อะซิโตน	0.2649	26.49
	เอทานอล	0.3419	34.19
	เมทานอล	0.3447	34.47
Chlamydomonas sp. PTB2919	อะซิโตน	0.2581	25.81
	เอทานอล	0.3487	34.87
	เมทานอล	0.3529	35.29
Chlamydomonas sp. SCO7128	อะซิโตน	0.2745	27.45
	เอทานอล	0.3552	35.52
	เมทานอล	0.3566	35.66
Chlamydomonas sp. SCT1619	อะซิโตน	0.2536	25.36
	เอทานอล	0.3456	34.56
	เมทานอล	0.3536	35.36

จากการทดลองพบว่าสาหร่ายที่ให้สารสกัดมากที่สุด คือ สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล และสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 มีปริมาณสารสกัดมากที่สุด คือ 0.3566 0.3552 และ 0.3536 กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ (%yield) มากที่สุด คือ ร้อยละ 35.66 35.52 และ 35.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ปริญญา และอมรรัตน์ (2556) รายงานว่า สารสกัดจากสาหร่ายเทา สาหร่ายไก และสาหร่ายเห็ดลาบที่ไม่ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติกจะได้ปริมาณสารสกัด 45.31 38.62 และ 0.70 กรัม ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิต (%yield) คิดเป็นร้อยละ 4.53 3.86 และ 0.70 ตามลำดับ ส่วนสาหร่ายเทา สาหร่ายไกจังหวัดอุบลราชธานี และสาหร่ายไกจังหวัดน่านที่ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติกจะได้สารสกัดในชั้นเอทานอลหนัก 202.72 228.68 และ 229.40 กรัม ตามลำดับ และมีค่าร้อยละของผลผลิต (%yield) คิดเป็นร้อยละ 40.54 45.74 และ 45.88 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแตกต่างจากสาหร่ายที่นำมาทดลอง เนื่องจากความแตกต่างของสายพันธุ์สาหร่ายและขั้นตอนในการนำมาสกัด

ผลการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. พบว่า สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยเข้าระยะการเจริญเติบโตคงที่ในวันที่ 12 (รูปที่ 4.1) มีค่าน้ำหนักเซลล์แห้งเท่ากับ 0.72 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.3) และมีจำนวนเซลล์เท่ากับ 10.77×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (รูปที่ 4.2) เมื่อเทียบกับ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 โดยเข้าระยะการเจริญเติบโตคงที่ ในวันที่ 12 (รูปที่ 4.1) มีค่าน้ำหนักเซลล์แห้งเท่ากับ 0.547 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.3) และมีจำนวนเซลล์ เท่ากับ 9.18×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (รูปที่ 4.2) จะเห็นได้ว่าสาหร่ายทั้ง 2 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตที่ต่างกัน เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เก็บตัวอย่างสาหร่ายมาจากคนละแหล่ง ทำให้มาสภาวะการเจริญเติบโตที่ต่างกัน วิฑูรย์ (2531) รายงานว่า หากสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน ทำให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตต่างกัน

4.3 ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

ผลของการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. คือ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล และเมทานอล ที่ความเข้มข้น 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 6.52 ± 0.31 มิลลิเมตร แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 (ตารางที่ 4.3)

ในขณะที่สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 10.53 ± 0.44 9.68 ± 0.13 และ 8.81 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) และสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. AGL1619 สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.50 ± 0.12 7.70 ± 0.03 และ 7.66 ± 0.24 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) และสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. AGL1619 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chlamydomonas sp. PTB2919 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 7.17 ± 0.21 7.08 ± 0.27 และ 6.99 ± 0.06 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

จากการทดลองนี้พบว่าสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 10.53 ± 0.44 9.68 ± 0.13 และ 8.81 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) และสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. AGL1619 สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.50 ± 0.12 7.70 ± 0.03 และ 7.66 ± 0.24 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

สุนันทา และคณะ (2560) รายงานว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดได้จากสาหร่าย *Caulerpa racemose* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดีที่สุด เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท มีขนาดบริเวณยับยั้ง 10.12 มิลลิเมตร และยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* ได้ดีที่สุด เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล มีขนาดบริเวณยับยั้ง 13.03 มิลลิเมตร

ปริญญา และอมรรัตน์ (2556) รายงานว่าสาหร่ายไกจังหวัดอุบลราชธานี มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ได้ดีที่สุด เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 มีขนาดบริเวณยับยั้ง 13 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ คือ มีบริเวณยับยั้ง 10.53 มิลลิเมตร

Younes และคณะ (2007) รายงานว่า ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรียของสาหร่ายขนาดเล็กจากนาข้าวทางใต้ของอิหร่าน เก็บตัวอย่างดินจากนาข้าว จังหวัดฟาร์สและเพาะเลี้ยงในอาหาร BG11 สารสกัดจากสารแขวนลอย เมทานอล และเฮกเซน โดยสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ที่สกัดด้วยเมทานอล มีขนาดบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *S. epidermidis* คือ 8 และ 9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Helena และคณะ (2011) รายงานว่า สาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* ที่สกัดด้วยเมทานอลและเฮกเซน มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* ได้ ถือว่าแตกต่างจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ที่สกัดได้จากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. คือ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

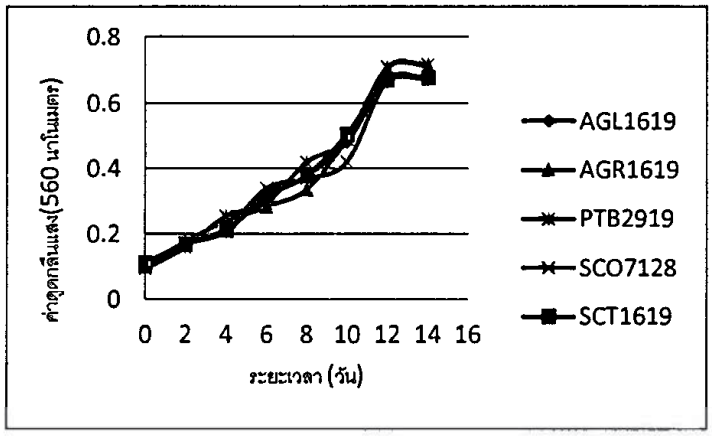
AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ซึ่ง *Staphylococcus aureus* TISTR 746 จะถูกยับยั้งได้ดีที่สุด จากสารสกัดของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 10.53 มิลลิเมตร และเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 จะถูกยับยั้งได้ดีที่สุด จากสารสกัดของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 8.50 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวทำละลายที่ต่างกัน สาหร่ายที่มาจากคนแหล่ง อาจจะมีผลทำให้มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่แตกต่างกัน ตามที่ Younes และคณะ (2007) รายงานว่า หากในการใช้สายพันธุ์ของสาหร่าย สภาพแวดล้อม วิธีการสกัด และตัวทำละลายแตกต่างกัน จึงทำให้ขนาดของบริเวณที่ยับยั้งแตกต่างกันไปด้วย

Wan และคณะ (2018) รายงานว่า ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค จากสารสกัดจากสาหร่ายทะเล ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* มีขนาดบริเวณยับยั้ง 12 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 7 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ซึ่งถือว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีขนาดบริเวณยับยั้ง 7.17 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

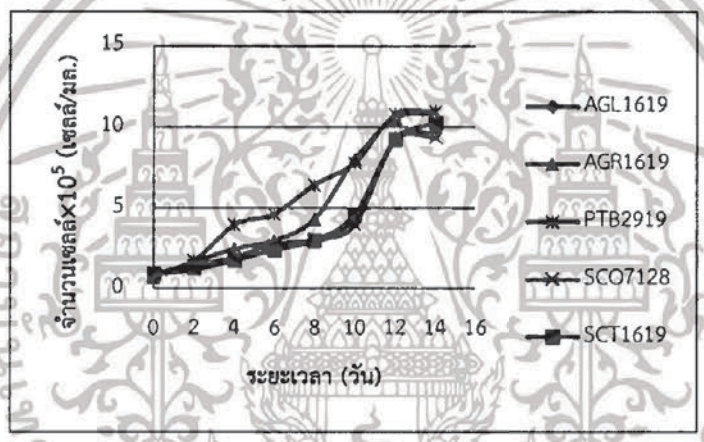
Srikonga และคณะ (2017) รายงานว่า สาหร่ายทะเล *Ulva intestinalis* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.41 ± 0.56 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพกว่า สารสกัดจาก *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีขนาดบริเวณยับยั้ง 7.17 ± 0.21 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

Xavier และคณะ (2012) รายงานว่าการคัดเลือกสาหร่ายทะเลจากชายฝั่งรัฐทมิลนาดู ประเทศอินเดีย สารสกัดจากสาหร่าย *Chaetomorpha linum* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลอะซิเตรท และอะซิโตน ความเข้มข้นของสารสกัด 5 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ สามารถยับยั้ง *Staphylococcus aureus* มีขนาดบริเวณยับยั้ง 10.00 ± 0.00 12.67 ± 0.58 และ 14.67±0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล พบว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง จากการทดลองนี้พบว่าตัวทำละลายที่สกัดด้วยอะซิโตนมีขนาดบริเวณยับยั้งดีที่สุด และมากกว่าเมทานอลที่เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วมากกว่า เนื่องจากการสกัดมีการเรียงลำดับความมีขั้วของตัวทำละลายขั้วน้อยไปขั้วมาก จึงเกิดบริเวณยับยั้งแบคทีเรียไม่เหมือนกัน เช่นเดียวกับการทดสอบของการสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล และเมทานอล พบว่าสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียที่ดีกว่า

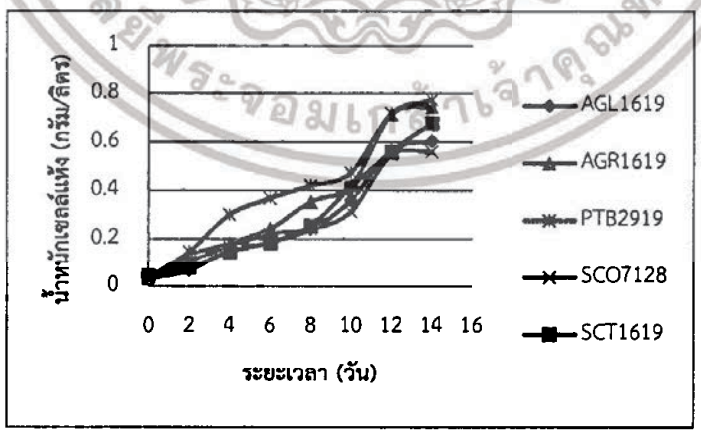
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโตจากค่าดูดกลืนแสง 560 นาโนเมตร ของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.



รูปที่ 4.2 แสดงการเจริญเติบโตจากจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.



รูปที่ 4.3 แสดงการเจริญเติบโตจากน้ำหนักเซลล์แห้งของสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

สายพันธุ์สาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)	
		S. aureus TISTR 746	*S. epidermidis* TISTR 2141
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	-	-
	2	-	-
	3	6.52 ± 0.31	-
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Chlamydomonas sp. SCO7128	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Clindamycin	1	24.30 ± 0.21	14.88 ± 0.27

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ค่าเฉลี่ย ± ค่า SD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

สายพันธุ์สาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)	
		S. aureus TISTR 746	*S. epidermidis* TISTR 2141
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	6.61 ± 0.07^{h}	6.78 ± 0.51^{de}
	2	7.47 ± 0.39^{defg}	7.30 ± 0.17^{cde}
	3	10.53 ± 0.44^{a}	7.66 ± 0.24^{bc}
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	7.32 ± 0.32^{efgh}	7.39 ± 0.32^{bcd}
	2	8.17 ± 0.21^{bc}	7.57 ± 0.16^{bc}
	3	8.81 ± 0.58^{b}	7.61 ± 0.16^{bc}
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	7.56 ± 0.11^{cdef}	6.72 ± 0.24^{de}
	2	8.02 ± 0.48^{bcde}	7.13 ± 0.11^{cde}
	3	8.40 ± 0.17^{bc}	7.70 ± 0.03^{bc}
Chlamydomonas sp. SCO7128	1	6.62 ± 0.17^{gh}	7.21 ± 0.40^{cde}
	2	7.01 ± 0.11^{fgh}	8.12 ± 0.10^{ab}
	3	9.68 ± 0.13^{a}	8.50 ± 0.12^{a}
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	7.12 ± 0.08^{fgh}	6.59 ± 0.24^{e}
	2	7.17 ± 0.10^{cdef}	7.42 ± 0.32^{bcd}
	3	7.86 ± 0.16^{cdef}	7.65 ± 0.20^{bc}
Clindamycin	1	25.72 ± 1.76	16.97 ± 1.33

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ค่าเฉลี่ย ± ค่า SD

ตัวอักษรยกกำลังที่ต่างกันในแนวตั้ง (a-h) แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

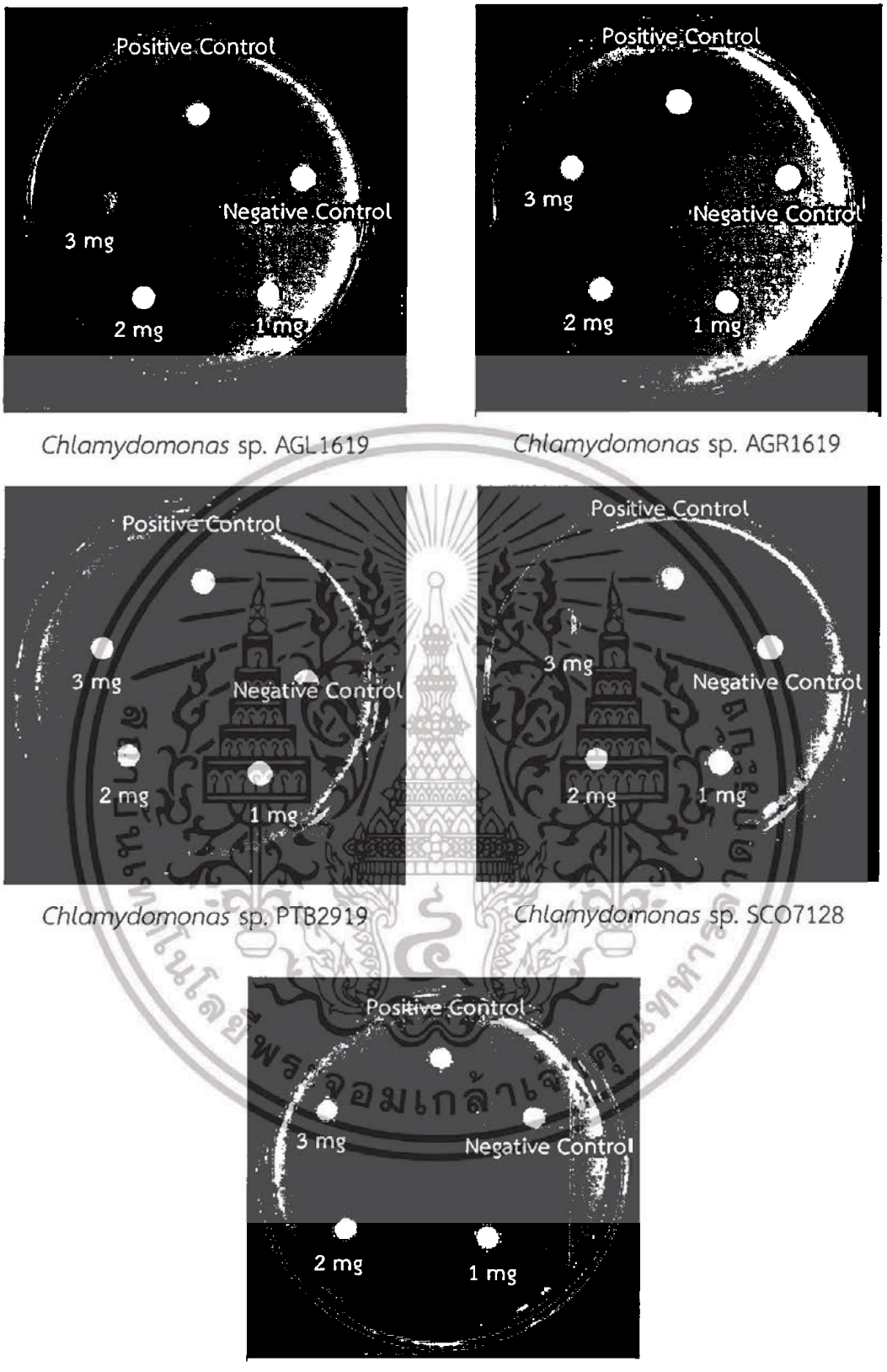
สายพันธุ์สาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)	
		S. aureus TISTR 746	*S. epidermidis* TISTR 2141
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	6.38 ± 0.25^{bc}	-
	2	6.66 ± 0.29^{abc}	-
	3	7.08 ± 0.27^{a}	-
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	6.60 ± 0.08^{abc}	-
	2	6.75 ± 0.13^{abc}	-
	3	6.99 ± 0.06^{ab}	-
Chlamydomonas sp. SCO7128	1	6.57 ± 0.14^{abc}	-
	2	6.87 ± 0.15^{abc}	-
	3	7.17 ± 0.21^{a}	-
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	6.31 ± 0.18^{c}	-
	2	6.39 ± 0.15^{bc}	-
	3	6.77 ± 0.42^{abc}	-
Clindamycin	1	25.49 ± 0.93	17.54 ± 1.51

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ค่าเฉลี่ย ± ค่า SD

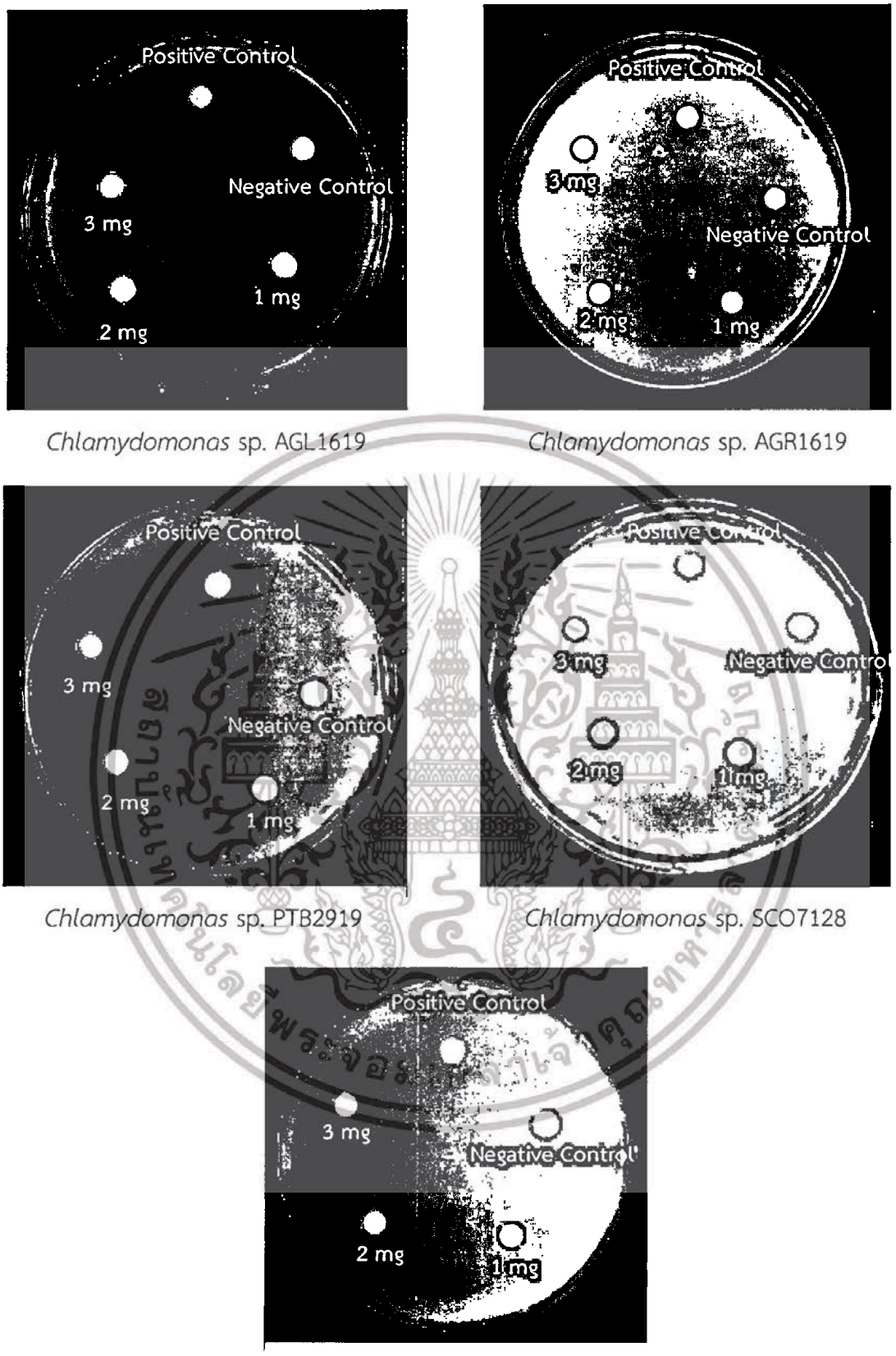
ตัวอักษรยกกำลังที่ต่างกันในแนวตั้ง (a-c) แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ในตัวทำละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ในตัวทำละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

จากการนำสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. คือ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 มาศึกษาความเข้มข้นต่ำสุด ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ คือ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ด้วยวิธี Broth microdilution method ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยจะมีตัวควบคุมเชิงบวก (Positive control) เป็นตัวบ่งบอกการที่มีเชื้อแบคทีเรียเจริญ และตัวควบคุมเชิงลบ (Negative control) เป็นตัวบ่งบอกการที่ไม่มีเชื้อแบคทีเรียเจริญ เพื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากสาหร่ายในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่แตกต่างกัน ได้ผลดังนี้

ผลการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 และสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 (ตารางที่ 4.6)

ผลการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ที่ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ส่วนความเข้มข้นที่ 0.75 0.375 และ 0.1875 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ (ตารางที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้

สารสกัดจากสาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)				
	3	1.5	0.75	0.375	0.1875
อะซิโตน					
Chlamydomonas sp.SCT1619	-	+	+	+	+
เอทานอล					
Chlamydomonas sp.AGL1619	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.AGR1619	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp.PTB2919	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCO7128	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCT1619	-	+	+	+	+
เมทานอล					
Chlamydomonas sp.AGL1619	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.PTB2919	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCO7128	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCT1619	-	+	+	+	+

หมายเหตุ + หมายถึง มีการเจริญของเชื้อ - หมายถึง ไม่มีการเจริญของเชื้อ

ผลการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619

ผลการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ที่ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล คือ สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ส่วนความเข้มข้นที่ 0.75 0.375 และ 0.1875 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้

สารสกัดจากสาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)				
	3	1.5	0.75	0.375	0.1875
เอทานอล					
Chlamydomonas sp.AGL1619	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.AGR1619	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp.PTB2919	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCO7128	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp.SCT1619	-	+	+	+	+

หมายเหตุ + หมายถึง มีการเจริญของเชื้อ - หมายถึง ไม่มีการเจริญของเชื้อ

สุนันทา และคณะ (2560) รายงานว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Caulerpa racemosa* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 6.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเมทานอล มีค่าเท่ากับ 0.39 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. ทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่า มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) เท่ากับ 0.75 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่สารสกัดจากสาหร่าย *Caulerpa racemose* ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเมทานอลได้ดีกว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. ทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล

ปริญญาและอมรรัตน์ (2556) รายงานว่าสาหร่ายเห็ดลาบที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 0.35 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดเดียวกัน มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Nouf และคณะ (2017) รายงานว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Laurencia majuscule* และ *Padina pavonica* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Staphylococcus aureus RCMB 010027 มีค่าเท่ากับ 0.015 และ 0.002 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และมีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* RCMB 010024 มีค่าเท่ากับ 0.062 และ 0.078 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

4.5 ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

นำผลการทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ที่ได้ข้างต้นของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. คือ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 มาหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ คือ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ผลดังนี้

ผลการศึกษาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ดีที่สุด มีค่า MBC เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่า MIC เท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล (ตารางที่ 4.7)

และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ดีที่สุด มีค่า MBC เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่า MIC เท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล (ตารางที่ 4.8)

ปริญญา และอมรรัตน์ (2556) รายงานว่าสาหร่ายเทาและสาหร่ายไกที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีค่าเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 (MBC) จากสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.

สารสกัดจากสาหร่าย	MIC (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	MBC (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
อะซิโตน		
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	>3
เอทานอล		
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	>3
Chlamydomonas sp. AGR1619	1.5	3
Chlamydomonas sp. PTB2919	1.5	3
Chlamydomonas sp. SCO7128	1.5	>3
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	>3
เมทานอล		
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	>3
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	>3
Chlamydomonas sp. SCO7128	3	>3
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	>3

สุนันทา และคณะ (2560) รายงานว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Caulerpa racemosa* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเอทิลอะซิเตต มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเมทานอล มีค่าเท่ากับ 1.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่า มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่สารสกัดจากสาหร่าย *Caulerpa racemose* ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมทานอล ได้ดีกว่า สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

Wan และคณะ (2018) รายงานว่า สารสกัดจากสาหร่ายทะเล ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยังการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC)ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 9.38 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่าเท่ากับ 9.38 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 มีประสิทธิภาพดีกว่า คือมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยังการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีค่าเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าแบคทีเรีย (MBC) ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 มีค่ามากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.9 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 (MBC) จากสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* spp.

สารสกัดจากสาหร่าย	MIC (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	MBC (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
เอทานอล		
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	>3
Chlamydomonas sp. AGR1619	1.5	3
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	>3
Chlamydomonas sp. SCO7128	1.5	3
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	>3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

คัดแยกสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ได้แก่ *Chlamydomonas* sp. AGL1619, *Chlamydomonas* sp. AGR1619, *Chlamydomonas* sp. PTB2919, *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล และเมทานอล เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 และ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 พบว่า สาหร่ายที่มีน้ำหนักสารสกัดมากที่สุด คือ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล รองลงมา คือ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล และ *Chlamydomonas* sp. SCT1619 มีน้ำหนักสารสกัด คือ 0.3566, 0.3552 และ 0.3536 กรัมต่อกรัมเซลล์แห้ง ตามลำดับ

ผลของสารสกัดสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 , *Chlamydomonas* sp. SCO7128 และ *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดของบริเวณยับยั้ง 10.53 ± 0.44, 9.68 ± 0.13 และ 8.81 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือสารสกัดจาก *Chlamydomonas* sp. SCO7128 , *Chlamydomonas* sp. PTB2919 และ *Chlamydomonas* sp. AGL1619 สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ มีขนาดบริเวณยับยั้ง 8.50 ± 0.12, 7.70 ± 0.03 และ 7.66 ± 0.24 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. PTB2919 สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ดีที่สุด มีค่า MBC และ MIC เท่ากับ 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยตัวทำละลายเอทานอล และสารสกัดจาก *Chlamydomonas* sp. AGR1619 และ *Chlamydomonas* sp. SCO7128 สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ดีที่สุด มีค่า MBC และ MIC เท่ากับ 3 และ 1.5 มิลลิกรัมกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

ข้อเสนอแนะ

ควรจะศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กัลยาณี ธรรมติรัตน์, กิ่งกาญจน์ บรรลือพืช และสุรศักดิ์ ลิ้มสุวรรณ. 2560. "ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อสิวของสารตำรับยาแผนไทยรักษาสิว THF-AC003." หน้า 595-602. ใน **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ. ขอนแก่น** : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จันทร์เพ็ญ โคตรภูธร. 2559. "การสกัดสารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเพกา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เจนจิรา อังศุสิงห์. 2559. "สิว." **วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม.** 23(3) : 17-20.

ดวงกมล เรือนงาม. 2560. "สภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสาหร่าย *Scenedesmus armatus* และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารที่สกัด." **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม.** 12(1) : 59-70.

นาวาดี เจ๊ะโซ๊ะ, บารียะ แมเราะสาลี และสายใจ วัฒนเสน. 2557. "การปนเปื้อนของ *Staphylococcus aureus* ในผลไม้พร้อมบริโภคที่จำหน่ายในเขตเทศบาล เมืองสงขลา จังหวัดสงขลา." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. ครั้งที่ 6.** สงขลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ประสาทพร บริสุทธิ์เพ็ชร, พิทัย กาญบุตร และสาธร พรตระกูลพิพัฒน์. 2551. "สัตวแพทย์ทางเลือกวันนี้." หน้า 91-101. ใน **การประชุมวิชาการสัตวแพทยศาสตร์. ครั้งที่ 9.** ขอนแก่น : คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปริญญา มูลสิน และอมรรัตน์ วงษ์กลม. 2556. การวิจัย "การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง." อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

พรพิมล เพ็ชรโยธิน, จันทนา ไพรบูรณ์ และอนงค์ จีรภัทร์. 2558. "ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว *Propionibacterium acnes* จากสารสกัดของสาหร่ายทะเล." **วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.** 21(3) : 273-282.

มณฑล เลิศคณาวนิชกลุ, กมลทิพย์ เต๊ะซ่วน, ปัทมาสน์ ลิ่มวรพันธ์ และอัญชลี สงวนพงศ์. 2561. "ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อสิวของเจลแต้มสิวที่มีส่วนผสมของชีวสารจากเชื้อ *Brevibacillus laterosporus*." **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 21(3) : 1-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ่งทิพย์ กาวารี, นลิน วงศ์ชัตติยะ, ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล, วาที คงบรรทัด, นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, ภาวิณี อารีศรีสม และเยาวนิตย์ ธาราฉาย. 2560. "ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคของสารสกัดหยาบเอทานอลจากต้นฝาง." หน้า 522-527. ใน **การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. ครั้งที่** 8. สระบุรี : ศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลีลาวดี เตชาเสถียร. 2559. "หน้าใสไร้สิว." หน้า 42-45. ใน **การประชุมวิชาการ. ครั้งที่** 32. ขอนแก่น : คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. 2549. **วิทยาสาหร่าย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วาสนภ วชิรมน. 2560. "สิว." **นิตยสารวาไรตี้เพื่อสุขภาพ**. 60(29) : 12-13.

วิฑูรย์ สืบโมรา. 2531. "การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas snowii Printz* ที่เพาะเลี้ยงในอาหารต่างชนิดกัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม. 2549. **การนำของเสียจากการผลิตเอทานอลมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า**. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายใจ แก้วอ่อน และอาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน. 2559. การวิจัย "ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดดาหลาต่อแบคทีเรียก่อโรคในพืช." ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สุวรรณี เชื่อมแก้ว. 2554. "การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเปลือกในต้นมะขามในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิวอักเสบ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สุนันทา ข้องสาย, อุทร เจริญเดช และชาคริยา ฉลาด. 2560. "ประสิทธิภาพของสารสกัดสาหร่าย *Caulerpa racemosa* ต่อการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด." **วารสารวิจัยมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย**. 9(1) : 68-75.

สุเทพ เรืองวิเศษ, นงลักษณ์ เรืองวิเศษ, ปิยวัฒน์ สายพันธุ์ และนฤมล โพธิ์ศรีทอง. 2551. **อะซิโตน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรรัตน์ สีสุกอง, กัลยาภรณ์ จันตรี และศรีสุดดา หาญภาคภูมิ. 2559. "การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากวัชพืชบางชนิด." **วารสารและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 11(1) : 69-82.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bipul, K., Rajiv, P., Bertin M., Diksha, J., Kabir S. and Hemant K. G. 2016. "New Insights into Acne Pathogenesis: Exploring the Role of Acne-Associated Microbial Population." **Dermatologica Sinica.** 34 : 67-73.

Carr, R., Sung, E. K., Ma, D. and Shi, A. M. 2017. "The Effect of Temperature on the Growth Rate of *Chlamydomonas reinhardtii.*" **The Expedition.** 7 : 1-11.

Davies, P. J. and Grossman, R. 1998. "The Use of *Chlamydomonas* (Chlorphyta : Volvocales) As a Model Algal System for Genome Studies and the Elucidation of Photosynthetic Processes1. **Journal of Phycology.** 34 : 907–917.

Gerusa, N. A. 2018. "Antibacterial Activity of Fresh Water Green Microalgae Isolated from Water Bodies Near Abandoned Mine Sites in Ontario, Canada." Ph.D. doctor of philosophy, Laurentian university.

Helena, M. A., Ana, C. G. and Francisco, X. M. 2011. "Antimicrobial Activities of Microalgae." **Science Against Microbial Pathogens : Communicating Current Research and Technological Advances.** 1272-1280.

Hend, A. and Kahkashan, P. 2017. "Antibacterial Activity and Morphological Changes in Human Pathogenic Bacteria Caused by *Chlorella vulgaris* Extracts." **Biomedical Research.** 28(4) : 1610-1614.

Jayshree, A., Jayashree, S. and Thangaraju, N. 2016. "*Chlamydomonas reinhardtii* : Effective Antioxidant, Antibacterial and Anticancer Mediators. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences.** 78(5) : 575-581.

Laura, A. O., Dunstan, H. R., Johan, G., Christof, V. E. and Timothy, K. R. 2012. "Effect of Low Temperature on Growth and Ultrastructure of *Staphylococcus* spp." **Plosone.** 7(1) : 1-10.

Mounyr, B. 2016. "Methods for in Vitro Evaluating Antimicrobial Activity : a Review." **Journal of Pharmaceutical.** 6(2) : 71-79.

Nouf, M. A., Amani, S. A., Mohamed, E. Z. and Saleh, I. A. 2017. "Antimicrobial Antioxidant and Anticancer Activities of *Laurencia catarinensis*, *Laurencia majuscule* and *Padina pavonica* Extracts." **Saudi Pharmaceutical Journal.** 26 : 44-52.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Renukadevi, P. K., Saravana, S. P. and Angayarkanni, J. 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activity of *Chlamydomonas reinhardtii*. **The Journal of American Science**. 5(3) : 20-25.

Wan, R. W., Rizlan, R. E., Nor, F. A. R., Batrisyia, S. F. and Khairul, A. R. 2018. "Antimicrobial Activity of Marine Green Algae Extract Against Microbial Pathogens." **Malaysian Journal of Biochemistry and Molecular Biology**. 2 : 42-46.

Srikonga, W., Bovornreungrojb, N., Mittraparparthorna, P. and Bovornreungroja, P. 2017. "Antibacterial and Antioxidant Activities of Differential Solvent Extractions from the Green Seaweed *Ulva intestinalis*." **Scienceasia**. 43 : 88-95.

Weiqi, F., Zhiqian, Y., David R. N., Manonian X., Basel, K., Kenan, J., Amphun, C., Amnah, A., Dina A. K., Sigurdur, B. and Kourosh, S. A. 2017. "Bioactive Compounds from Microalgae: Current Development and Prospects." **Studies in Natural Products Chemistry**. 54 : 199-255.

Xavier, D. R., Shanmugavel, S., Kuppu, R. and Sundaram, J. 2012. "Screening of Selected Marine Algae from the Coastal Tamil Nadu, south India for Antibacterial Activity." **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**. 140-146.

Younes, G., Amench, M., Abdolali, M., Shadman, S. and Mohammad, H. V. 2007. "Antifungal and Antibacterial Activity of the Microalgae Collected from Paddy Fields of Iran : Characterization of Antimicrobial Activity of *Chroococcus disperses*." **Journal of Biologyical Sciences**. 7(6) : 904-910.

อภัย ราษฎรวิจิตร. สืบค้นวันที่ 12 กรกฎาคม 2562. "ยาคลินดามัยซิน." [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://haamor.com/th/ยาคลินดามัยซิน/#article10

Algalramblings. 2017. "**The Green Yeast, Part 2 the Basic Anatomy of *Chlamydomonas reinhardtii.*"** [online]. Available : https://algalramblings.wordpress.com/2017/12/14/the-green-yeast-part-2-the-basic-anatomy-of-chlamydomonas-reinhardtii.

Milton, B. 2008. "**Rotary Evaporation**" [online]. Available : http://en.citizendium.org/images/3/3b/Rotary_Evaporation.png

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่าย

อาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กสามารถใช้ทั้งอาหารสูตร BG-11 และ สูตร N-8 โดยมีองค์ประกอบของสารเคมีต่างๆดังนี้

ก-1 สูตรอาหาร BG-11

-	$NaNo_3$	1.5	กรัม
-	K_2HPO_4	0.04	กรัม
-	$MgSO_4.7H_2O$	0.075	กรัม
-	$CaCl_2.2H_2O$	0.036	กรัม
-	Citric acid	0.006	กรัม
-	Ferric ammonium citrate	0.006	กรัม
-	EDTA (disodium salt)	0.001	กรัม
-	$NaCO_3$	0.02	กรัม
-	Trace metal mix A5	1.0	มิลลิลิตร
-	วุ้น	10.0	กรัม
-	น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

หลังจากกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อและทำให้อาหารเย็นลงปรับพีเอชให้มีค่าเป็น 7.1

Trace metal mix A5:

.	H_2BO_3	2.86	กรัม
.	$MnCl_2.4H_2O$	1.81	กรัม
.	$ZnSO_4.7H_2O$	0.222	กรัม
.	$NaMoO_4.2H_2O$	0.39	กรัม
	$CuSO_4.5H_2O$	0.079	กรัม
.	$Co(NO_3)_2.6H_2O$	49.4	มิลลิกรัม
.	น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2 อาหารสูตร N-8

-	$Na_2HPO_4.2H_2O$	0.26	กรัม
-	KH_2PO_4	0.74	กรัม
-	$CaCl_2$	0.01	กรัม
-	Fe EDTA	0.01	กรัม
-	$MgSO_4.7H_2O$	0.05	กรัม
-	KNO_3	1.0	กรัม
-	Trace element mixture	1.0	มิลลิลิตร
-	วุ้น	10	กรัม
-	น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

หลังจากกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อและทำให้อาหารเย็นลงปรับพีเอชให้มีค่าเป็น 6.8

Trace metal mixture

-	$AL(SO_4)_3.18H_2O$	3.58	กรัม
-	$MnCl_2.4H_2O$	12.98	กรัม
-	$CuSO_4.5H_2O$	1.83	กรัม
-	$ZnSO_4.7H_2O$	3.20	กรัม
-	น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

ก-3 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA)

-	Beef extract	3	กรัม
-	Peptone	5	กรัม
-	วุ้น	15	กรัม
-	น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
-	pH	7.0-7.2	

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB)

- Beef extract 3 กรัม
- Peptone 5 กรัม
- น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร
- pH 7.0-7.2

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ก-5 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Agar (MHA)

- Beef extract power 2 กรัม
- Acid Digest of Casein 17 กรัม
- Soluble starch 1.5 กรัม
- Agar 15 กรัม
- น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร
- pH 7.3 ± 0.1

ชั่ง MHA 38 กรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร ใส่ขวดนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ก-6 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Agar (TSA)

- Pancreatic Digest of Casein 15 กรัม
- Enzymatic Digest of Soybean Meal 5 กรัม
- Sodium Chloride 5 กรัม
- Agar 15 กรัม
- น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร
- pH 7.3 ± 0.2

ชั่ง TSA 40 กรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร และเติมเกลือ NaCl 15 กรัม ต้มให้ละลายแล้วใส่ขวดนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-7 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Broth (TSB)

-	Pancreatic Digest of Casein	15	กรัม
-	Enzymatic Digest of Soybean Meal	5	กรัม
-	Sodium Chloride	5	กรัม
-	น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
-	pH	7.3 ± 0.2	

ชั่ง TSB 30 กรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร และเติมเกลือ NaCl 15 กรัม ต้มให้ละลายแล้วใส่ขวดนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย 5 สายพันธุ์

ตารางที่ ข-1 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619

เวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร				จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	0.098	0.115	0.105	0.106	0.71×10^5	0.94×10^5	0.86×10^5	0.84×10^5	0.020	0.040	0.040	0.033
2	0.167	0.17	0.168	0.168	1.14×10^5	1.26×10^5	1.18×10^5	1.19×10^5	0.060	0.080	0.060	0.067
4	0.207	0.208	0.206	0.207	1.68×10^5	1.78×10^5	1.73×10^5	1.73×10^5	0.140	0.180	0.140	0.153
6	0.314	0.324	0.320	0.319	2.36×10^5	2.61×10^5	2.44×10^5	2.47×10^5	0.180	0.200	0.180	0.187
8	0.381	0.39	0.361	0.377	2.92×10^5	3.06×10^5	2.75×10^5	2.91×10^5	0.220	0.260	0.240	0.240
10	0.481	0.484	0.482	0.482	4.06×10^5	4.28×10^5	4.19×10^5	4.18×10^5	0.340	0.380	0.360	0.360
12	0.663	0.669	0.665	0.666	9.26×10^5	9.4×10^5	9.25×10^5	9.31×10^5	0.560	0.580	0.560	0.567
14	0.667	0.677	0.675	0.673	9.46×10^5	9.7×10^5	9.60×10^5	9.59×10^5	0.580	0.620	0.620	0.607

ตารางที่ ข-2 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619

เวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร				จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	0.094	0.103	0.108	0.102	0.64×10^5	0.75×10^5	0.78×10^5	0.72×10^5	0.020	0.040	0.040	0.033
2	0.173	0.18	0.179	0.177	1.52×10^5	1.71×10^5	1.68×10^5	1.64×10^5	0.120	0.140	0.140	0.133
4	0.235	0.237	0.241	0.238	2.30×10^5	2.38×10^5	2.61×10^5	2.43×10^5	0.160	0.180	0.20	0.180
6	0.264	0.289	0.295	0.283	2.68×10^5	3.01×10^5	3.18×10^5	2.95×10^5	0.20	0.260	0.260	0.240
8	0.325	0.35	0.329	0.335	4.24×10^5	4.25×10^5	4.35×10^5	4.28×10^5	0.340	0.360	0.360	0.353
10	0.48	0.503	0.491	0.491	7.79×10^5	8.15×10^5	7.94×10^5	7.96×10^5	0.420	0.440	0.40	0.420
12	0.699	0.706	0.709	0.705	10.48×10^5	10.49×10^5	10.66×10^5	10.54×10^5	0.70	0.700	0.740	0.713
14	0.712	0.712	0.714	0.713	10.72×10^5	10.75×10^5	10.82×10^5	10.77×10^5	0.740	0.740	0.760	0.747

ตารางที่ ข-3 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas sp. PTB2919*

เวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร				จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	0.085	0.1	0.094	0.093	0.64×10^5	0.78×10^5	0.75×10^5	0.72×10^5	0.020	0.040	0.040	0.0330
2	0.156	0.163	0.16	0.160	1.65×10^5	1.78×10^5	1.70×10^5	1.71×10^5	0.140	0.160	0.140	0.147
4	0.245	0.257	0.259	0.254	3.70×10^5	3.96×10^5	4.10×10^5	3.92×10^5	0.280	0.30	0.320	0.300
6	0.296	0.293	0.298	0.29	4.61×10^5	4.56×10^5	4.66×10^5	4.61×10^5	0.360	0.360	0.380	0.367
8	0.41	0.421	0.422	0.418	6.41×10^5	6.25×10^5	6.52×10^5	6.40×10^5	0.420	0.420	0.420	0.420
10	0.489	0.491	0.49	0.490	7.74×10^5	7.84×10^5	7.80×10^5	7.79×10^5	0.460	0.480	0.480	0.473
12	0.709	0.711	0.705	0.708	10.84×10^5	10.65×10^5	10.81×10^5	10.77×10^5	0.740	0.740	0.680	0.720
14	0.712	0.715	0.719	0.715	10.94×10^5	10.92×10^5	11.01×10^5	10.96×10^5	0.780	0.780	0.760	0.773

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ ข-4 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas sp. SCO7128*

เวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร				จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	0.090	0.098	0.093	0.094	0.90×10^5	1.01×10^5	0.99×10^5	0.97×10^5	0.04	0.04	0.04	0.040
2	0.162	0.182	0.176	0.173	1.26×10^5	1.58×10^5	1.51×10^5	1.45×10^5	0.08	0.12	0.12	0.107
4	0.201	0.232	0.215	0.216	1.82×10^5	2.04×10^5	1.98×10^5	1.95×10^5	0.16	0.18	0.16	0.167
6	0.321	0.351	0.346	0.339	2.50×10^5	2.94×10^5	2.80×10^5	2.75×10^5	0.2	0.24	0.22	0.220
8	0.365	0.375	0.369	0.370	2.81×10^5	3.25×10^5	3.08×10^5	3.05×10^5	0.22	0.26	0.24	0.240
10	0.417	0.425	0.420	0.421	3.71×10^5	4.14×10^5	4.09×10^5	3.98×10^5	0.3	0.32	0.32	0.313
12	0.665	0.671	0.669	0.668	8.96×10^5	9.29×10^5	9.28×10^5	9.18×10^5	0.52	0.56	0.56	0.547
14	0.670	0.680	0.675	0.675	9.25×10^5	9.45×10^5	9.35×10^5	9.35×10^5	0.56	0.56	0.56	0.560

ตารางที่ ข-5 แสดงระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619

เวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร				จำนวนเซลล์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	0.103	0.125	0.110	0.113	0.79×10^5	1.06×10^5	0.91×10^5	0.92×10^5	0.040	0.060	0.040	0.047
2	0.165	0.175	0.170	0.170	1.12×10^5	1.52×10^5	1.21×10^5	1.29×10^5	0.060	0.120	0.060	0.080
4	0.208	0.219	0.211	0.213	1.68×10^5	1.82×10^5	1.72×10^5	1.74×10^5	0.140	0.160	0.140	0.147
6	0.315	0.321	0.306	0.314	2.39×10^5	2.50×10^5	2.29×10^5	2.39×10^5	0.180	0.20	0.180	0.187
8	0.384	0.39	0.363	0.379	3.05×10^5	3.18×10^5	2.74×10^5	2.99×10^5	0.260	0.260	0.240	0.253
10	0.491	0.512	0.514	0.506	4.50×10^5	4.66×10^5	4.66×10^5	4.61×10^5	0.40	0.420	0.420	0.413
12	0.671	0.679	0.665	0.671667	9.08×10^5	9.69×10^5	8.92×10^5	9.23×10^5	0.540	0.620	0.520	0.560
14	0.679	0.682	0.671	0.677333	10.26×10^5	10.34×10^5	10.10×10^5	10.23×10^5	0.680	0.700	0.660	0.680

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี Agar Disc Diffusion

ตาราง ค-1 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.61	28.25	25.93	26.93
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-2 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทาง ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	15.86	16.39	14.51	15.59
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-3 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	23.55	23.31	26.38	24.41
Negative Control	-	-	-	-
1	6.67	6.62	6.53	6.61
2	7.77	7.03	7.61	7.47
3	10.84	10.71	10.03	10.53

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-4 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.77	16.25	17.89	17.30
Negative Control	-	-	-	-
1	6.65	6.35	7.34	6.78
2	7.17	7.23	7.49	7.30
3	7.39	7.85	7.52	7.66

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-5 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.13	25.24	24.49	25.29
Negative Control	-	-	-	-
1	6.56	6.10	6.49	6.38
2	6.69	6.35	6.93	6.66
3	6.77	7.20	7.26	7.08

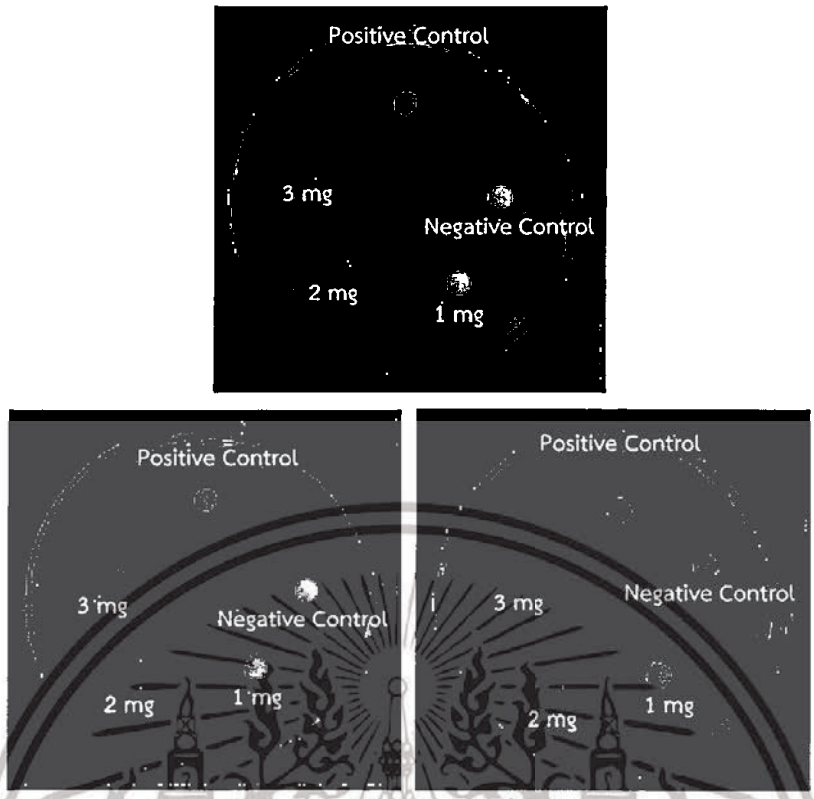
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-6 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

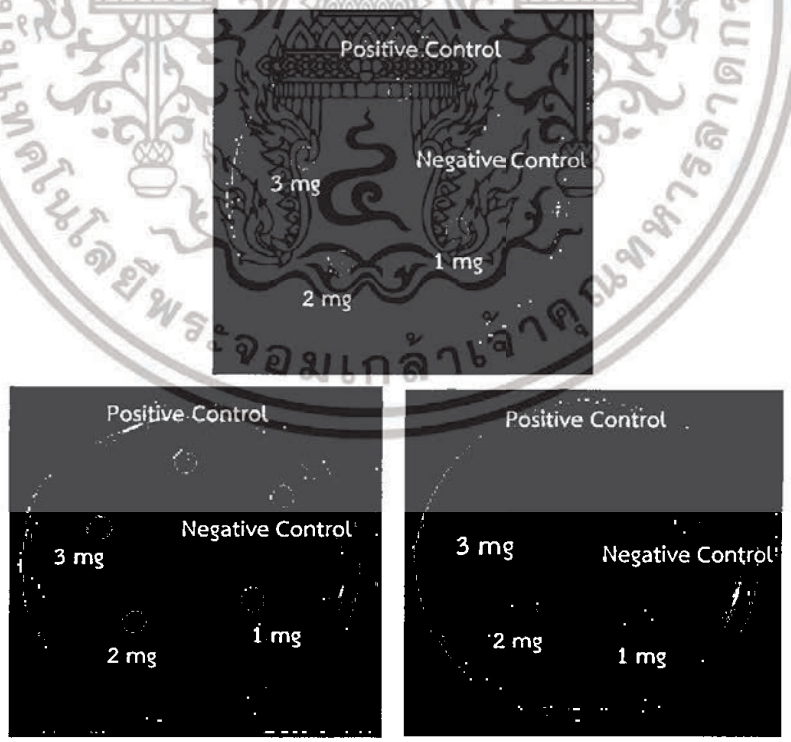
ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	19.01	20.15	19.00	19.39
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

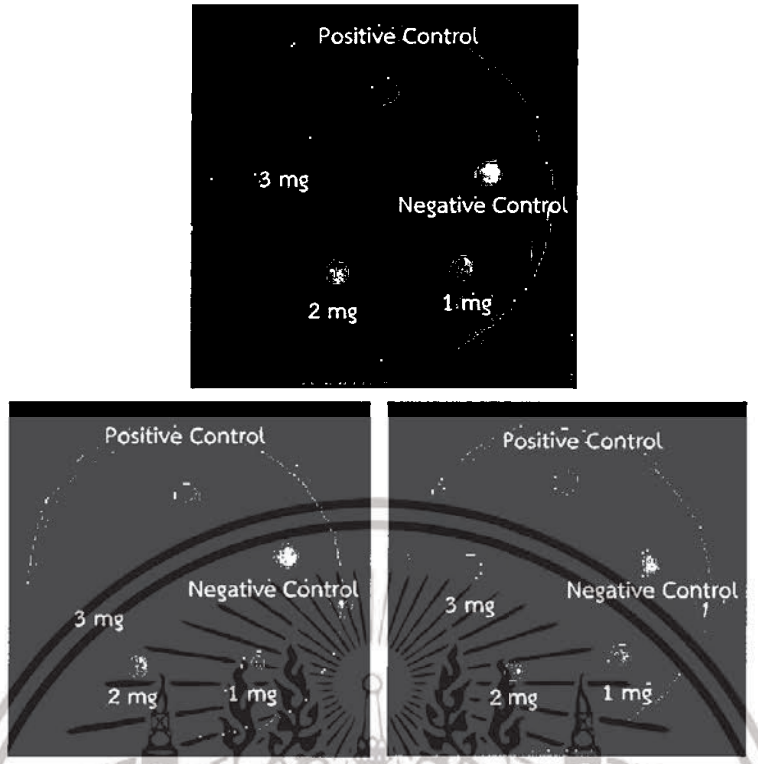


รูปที่ ค-1 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน

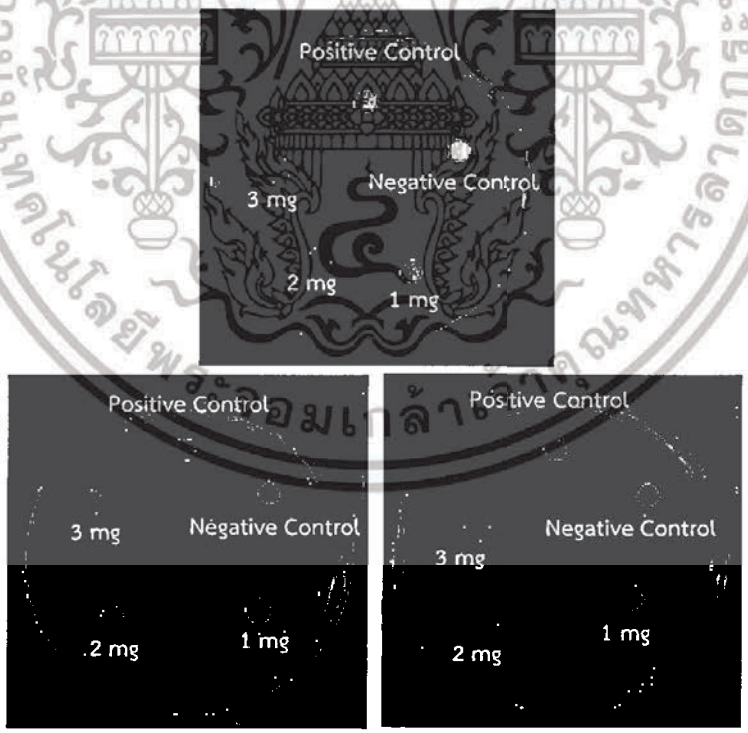


รูปที่ ค-2 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

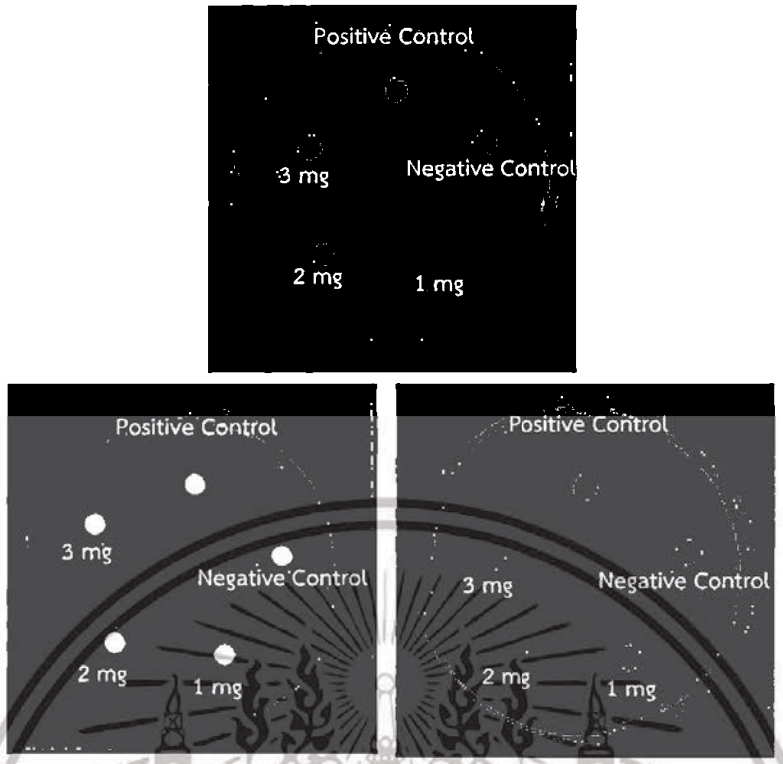


รูปที่ ค-3 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเอทานอล

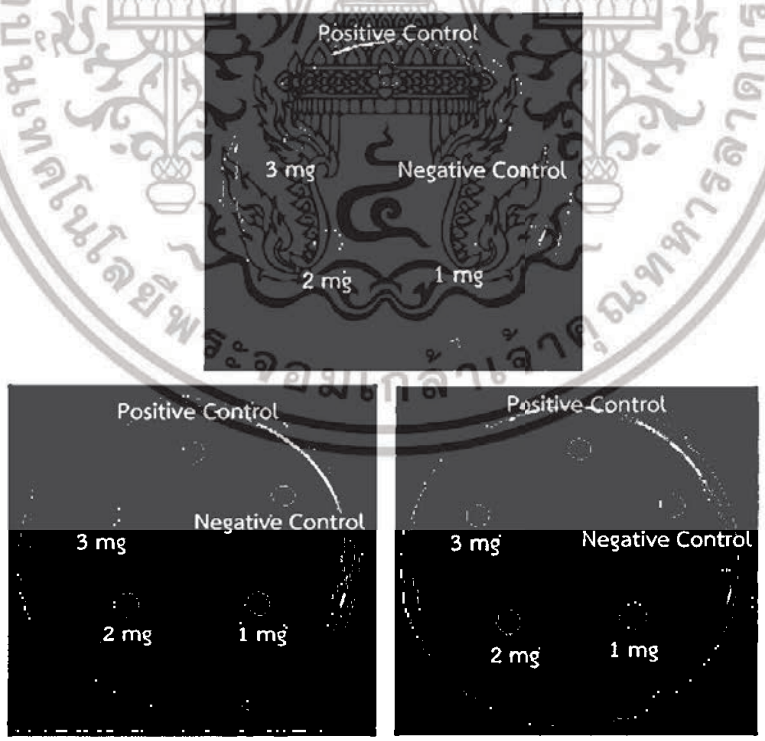


รูปที่ ค-4 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายคเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-5 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล



รูปที่ ค-6 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ในตัวทำละลายเมทานอล

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-7 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	24.14	24.53	24.22	24.30
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	6.87	6.42	6.27	6.52

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-8 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตนที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	14.85	15.17	14.63	14.88
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-9 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	25.42	26.67	25.08	25.72
Negative Control	-	-	-	-
1	7.68	7.21	7.08	7.32
2	7.98	8.15	8.39	8.17
3	8.48	8.46	9.48	8.81

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-10 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	16.04	14.79	15.07	15.30
Negative Control	-	-	-	-
1	7.55	7.61	7.02	7.39
2	7.68	7.63	7.39	7.57
3	7.73	7.68	7.43	7.61

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-11 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	24.27	25.89	24.69	24.95
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

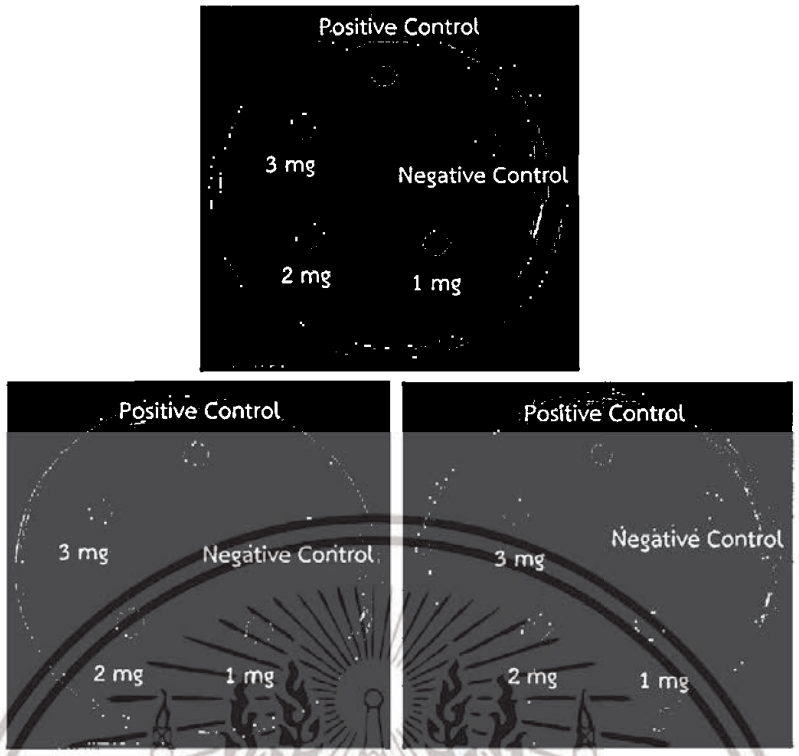
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-12 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

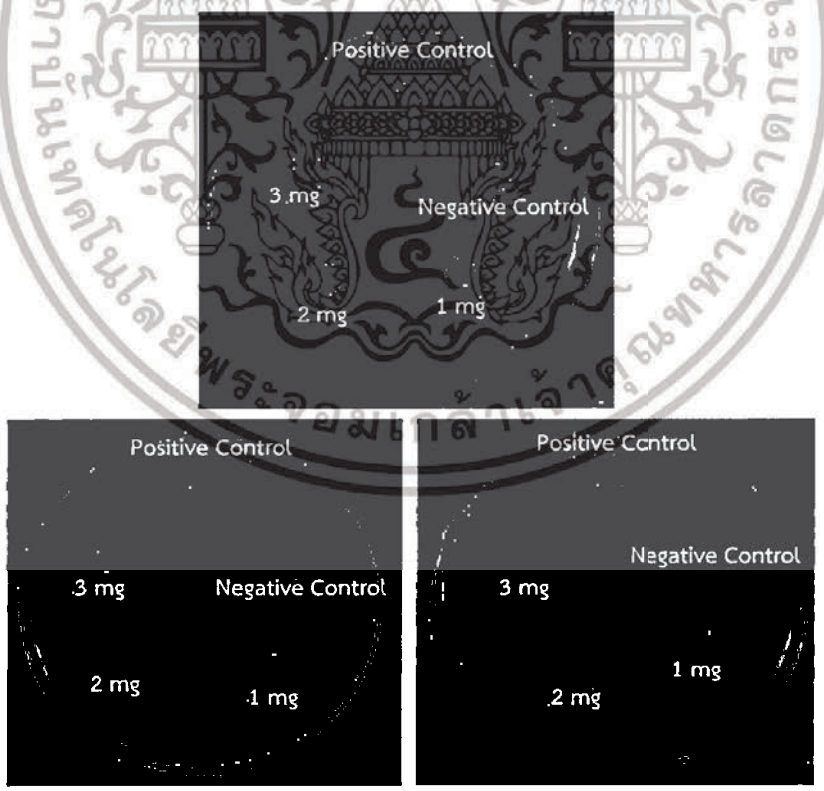
ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	15.24	15.84	14.59	15.22
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

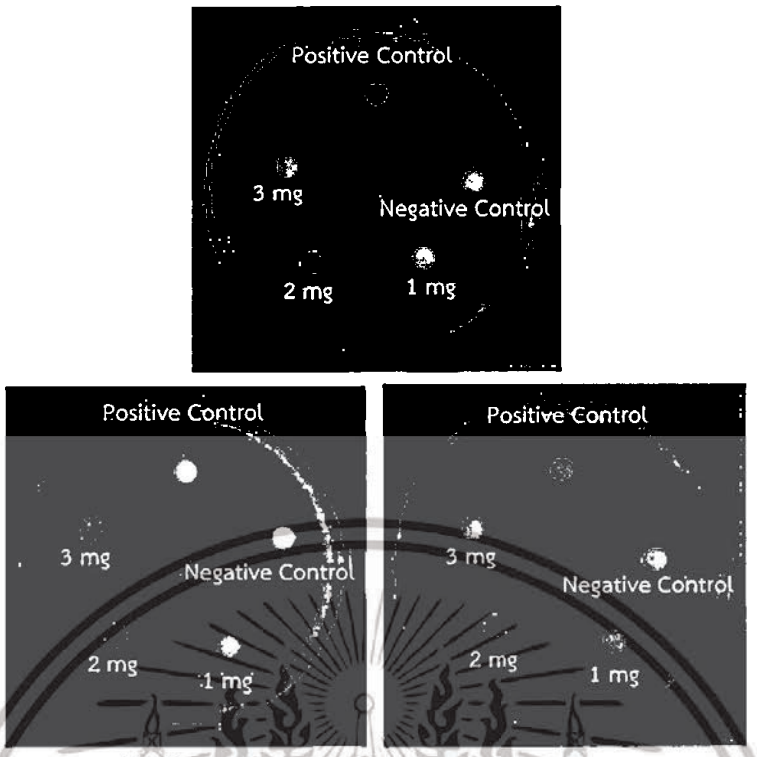


รูปที่ ค-7 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน

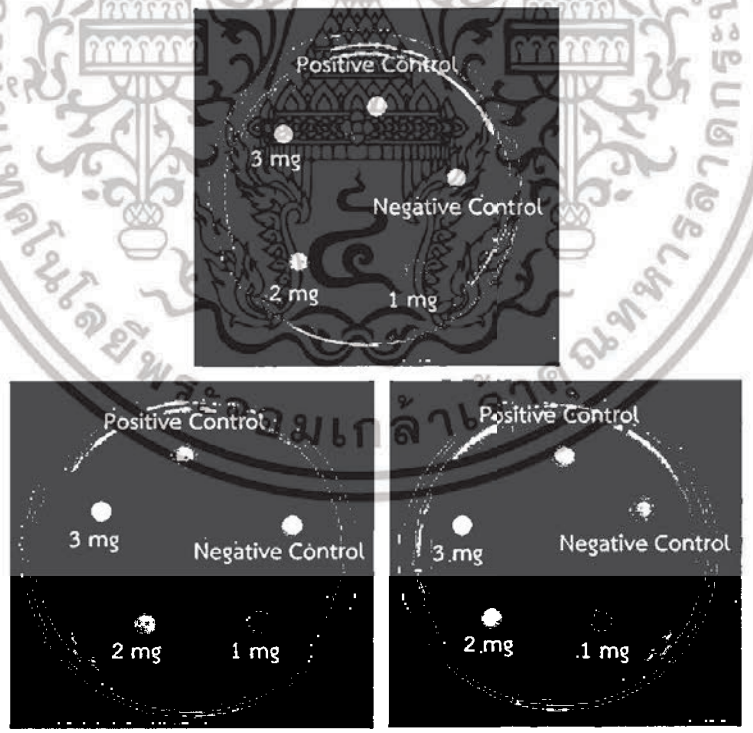


รูปที่ ค-8 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

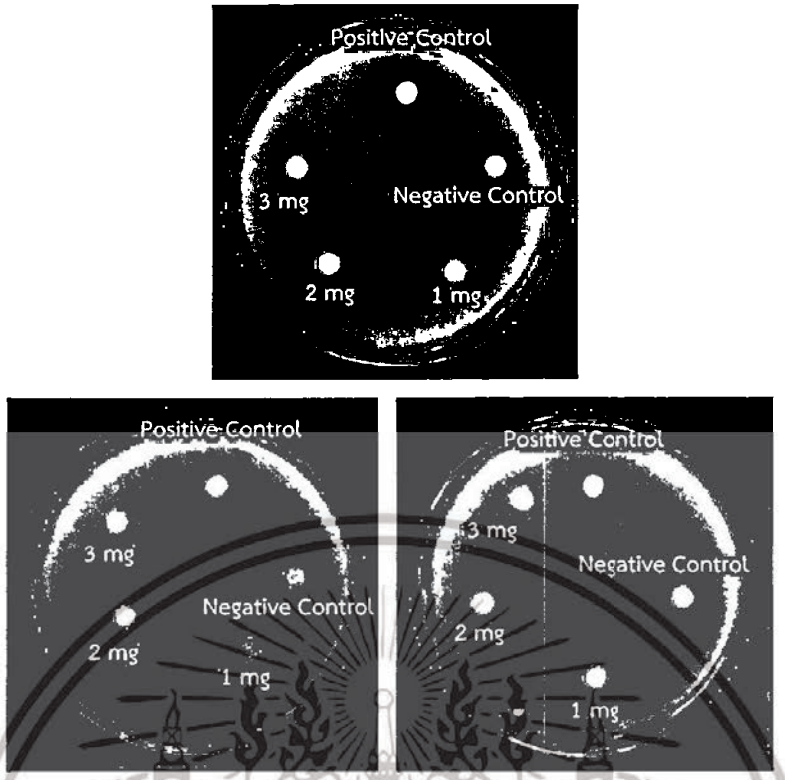


รูปที่ ค-9 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล

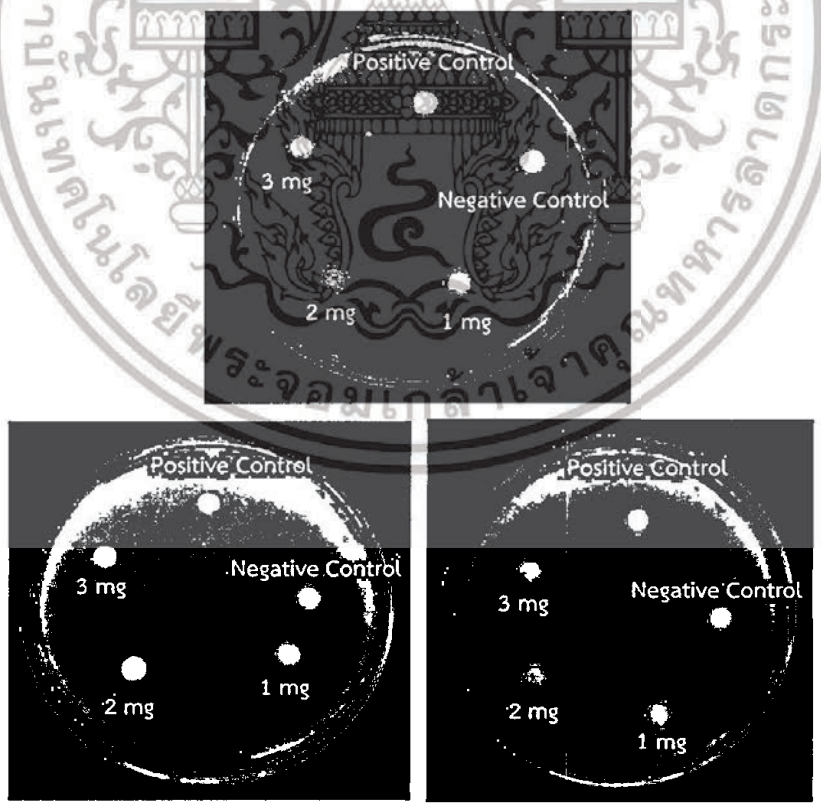


รูปที่ ค-10 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-11 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล



รูปที่ ค-12 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ในตัวทำละลายเมทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-13 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	24.13	24.52	18.89	22.51
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-14 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 214 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.41	18.21	17.67	17.76
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-15 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสาร ออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.62	23.86	26.22	25.57
Negative Control	-	-	-	-
1	7.47	7.69	7.53	7.56
2	7.55	8.51	7.99	8.02
3	8.21	8.55	8.44	8.40

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-16 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.39	18.03	18.59	18.00
Negative Control	-	-	-	-
1	6.45	6.80	6.91	6.72
2	7.13	7.02	7.23	7.13
3	7.73	7.69	7.68	7.70

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-17 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.13	25.24	24.49	25.29
Negative Control	-	-	-	-
1	6.67	6.52	6.62	6.60
2	6.69	6.89	6.66	6.75
3	6.96	7.05	6.95	6.99

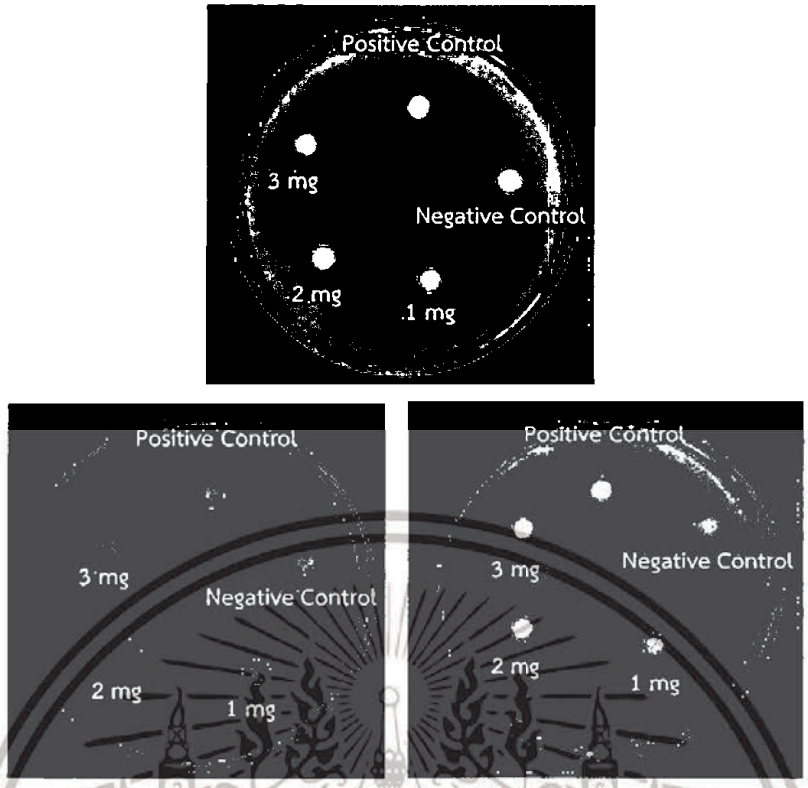
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-18 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

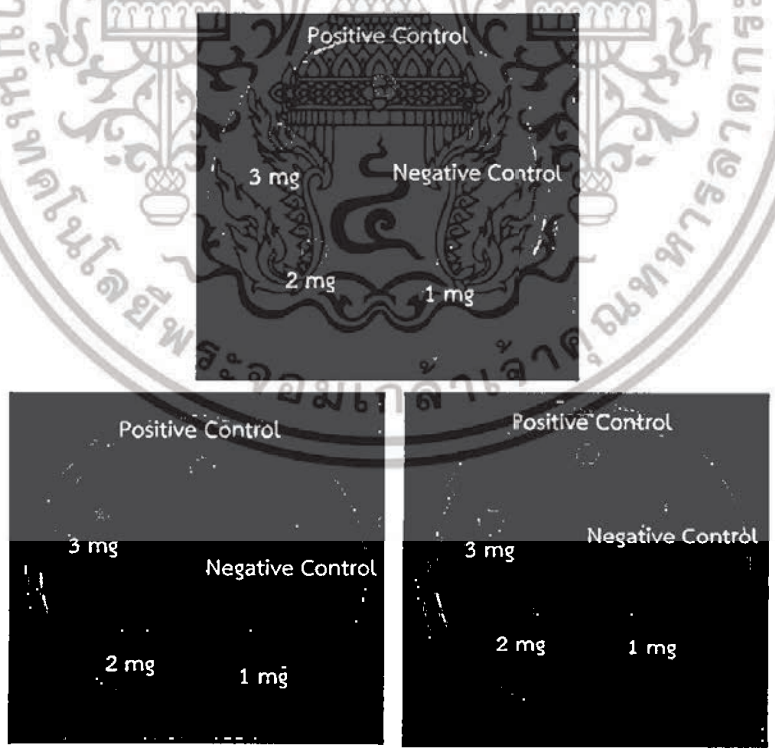
ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.77	16.25	17.89	17.30
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

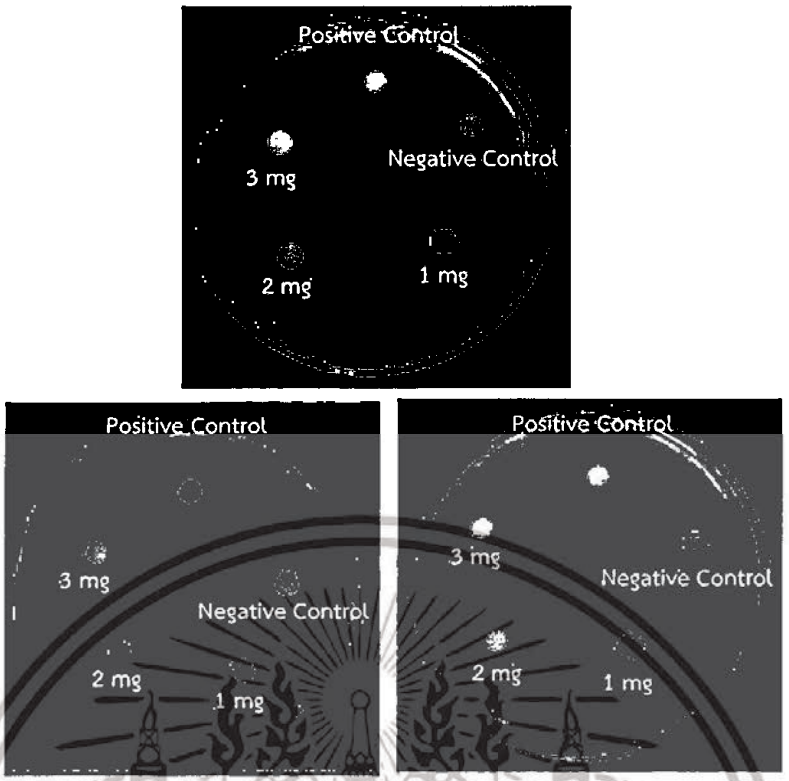


รูปที่ ค-13 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน

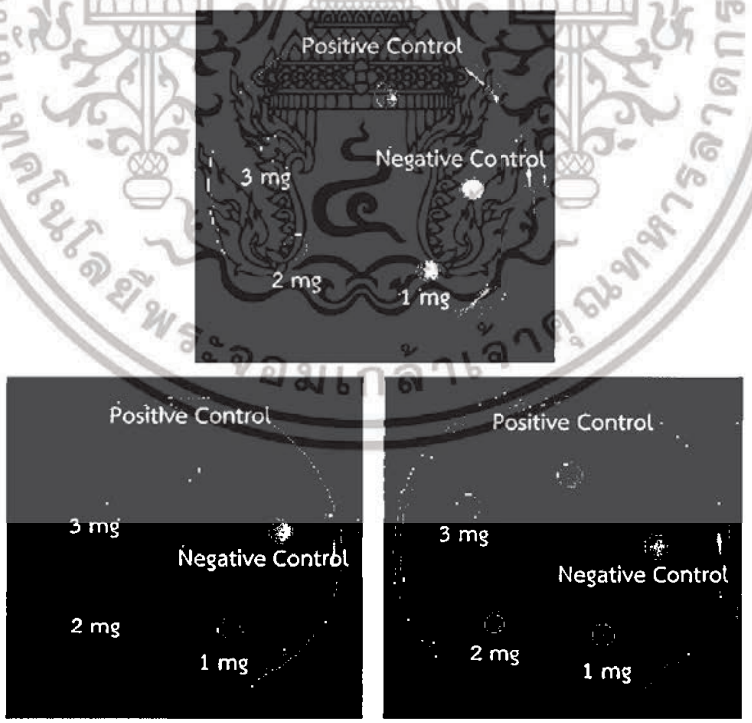


รูปที่ ค-14 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายอะซิโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

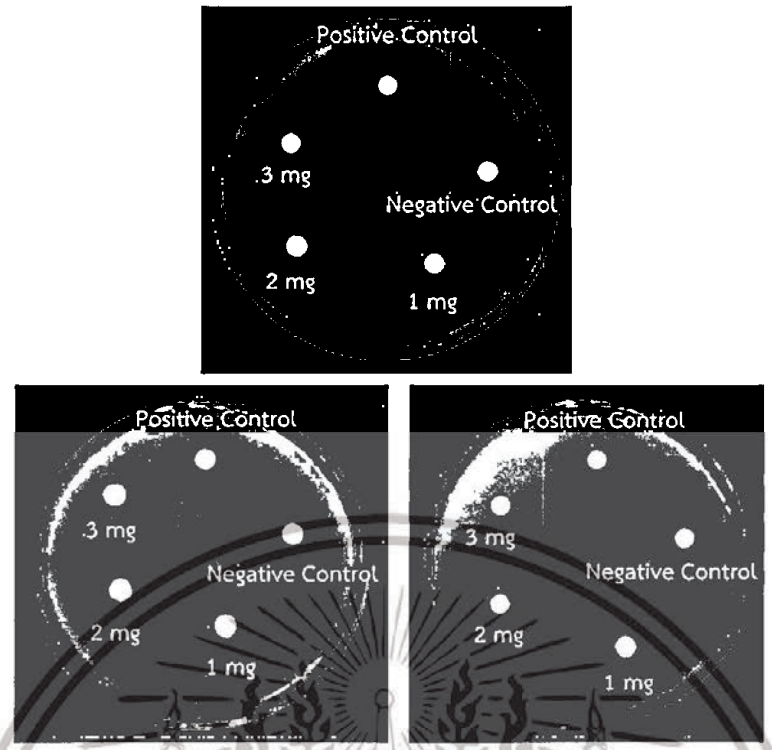


รูปที่ ค-15 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล

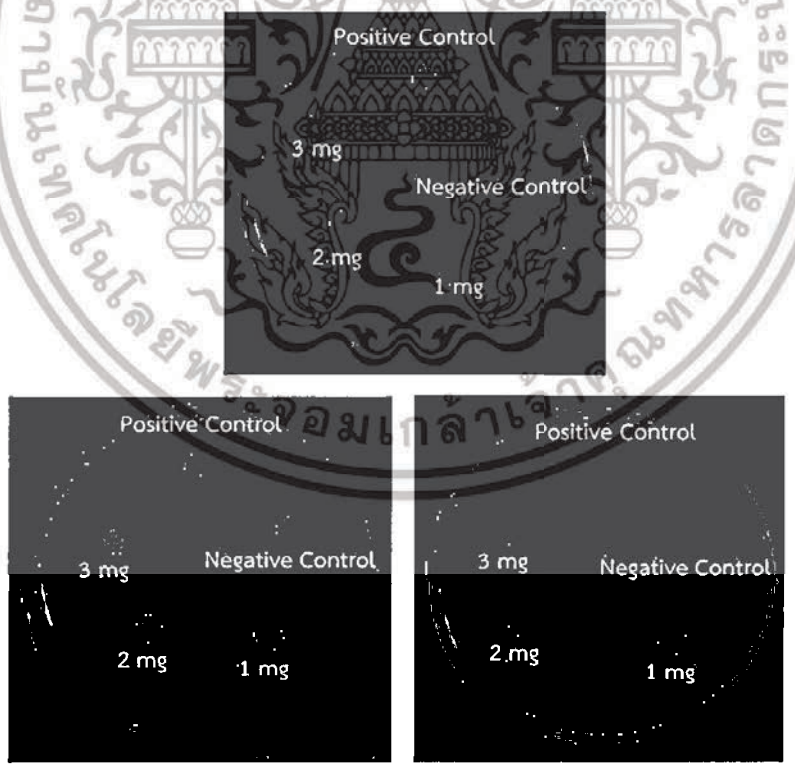


รูปที่ ค-16 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-17 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล



รูปที่ ค-18 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ในตัวทำละลายเมทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-19 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	25.85	24.53	23.48	24.62
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-20 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 214 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.40	17.45	17.61	17.49
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-21 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	27.53	28.19	28.82	28.18
Negative Control	-	-	-	-
1	6.81	6.49	6.56	6.62
2	7.00	7.13	6.91	7.01
3	9.83	9.65	9.57	9.68

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-22 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.09	17.97	17.91	17.66
Negative Control	-	-	-	-
1	6.89	7.66	7.08	7.21
2	8.21	8.01	8.13	8.12
3	8.61	8.37	8.53	8.50

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-23 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.38	25.89	27.82	26.70
Negative Control	-	-	-	-
1	6.41	6.61	6.69	6.57
2	6.69	6.97	6.94	6.87
3	6.93	7.29	7.28	7.17

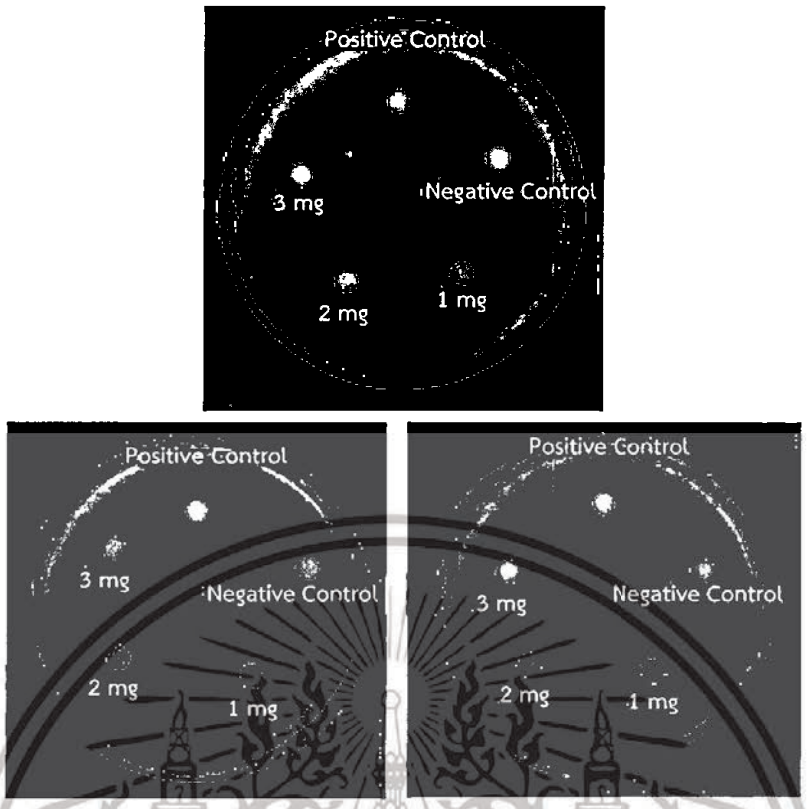
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-24 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

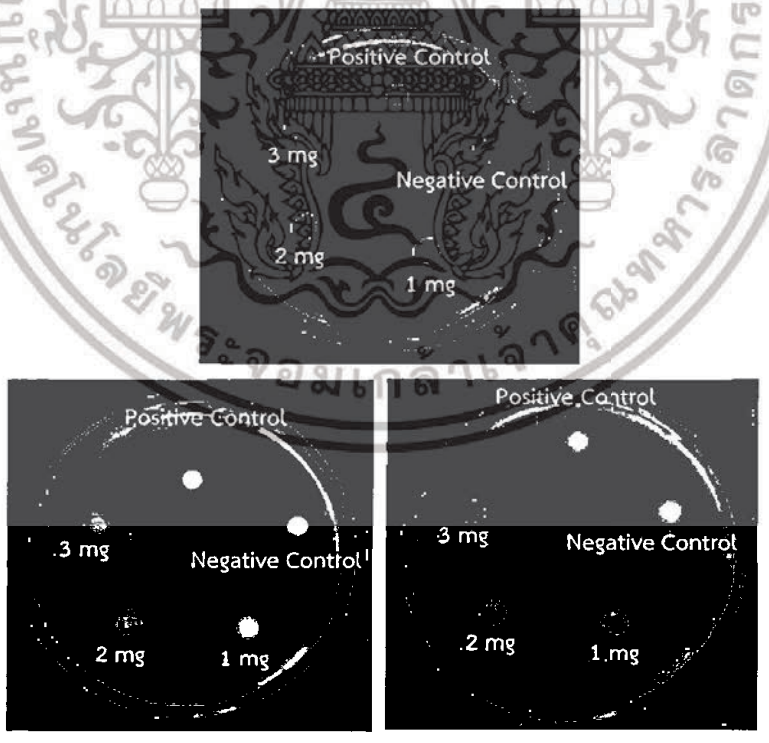
ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	18.08	18.51	17.07	17.89
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

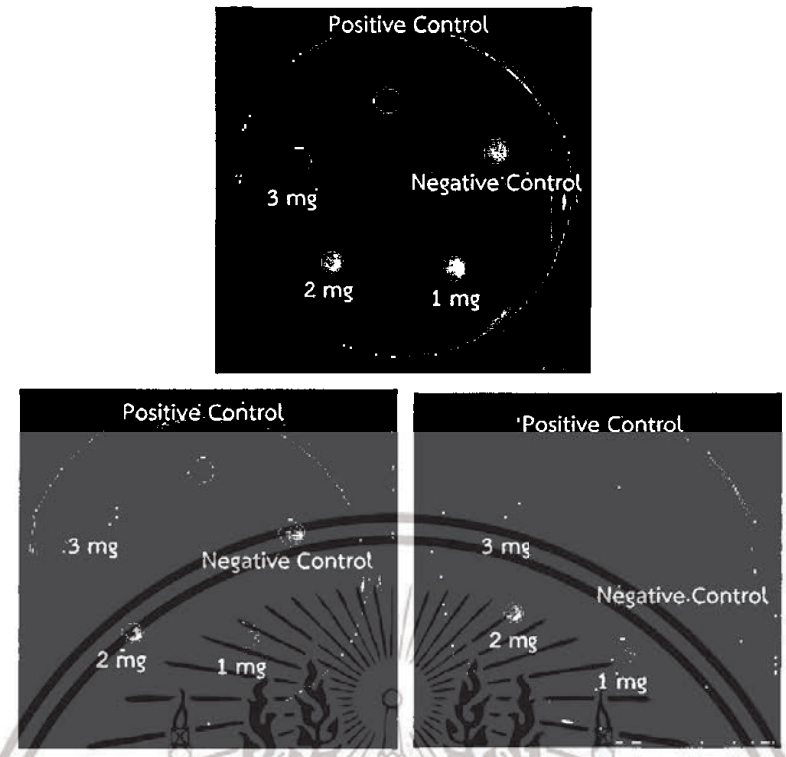


รูปที่ ค-19 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน

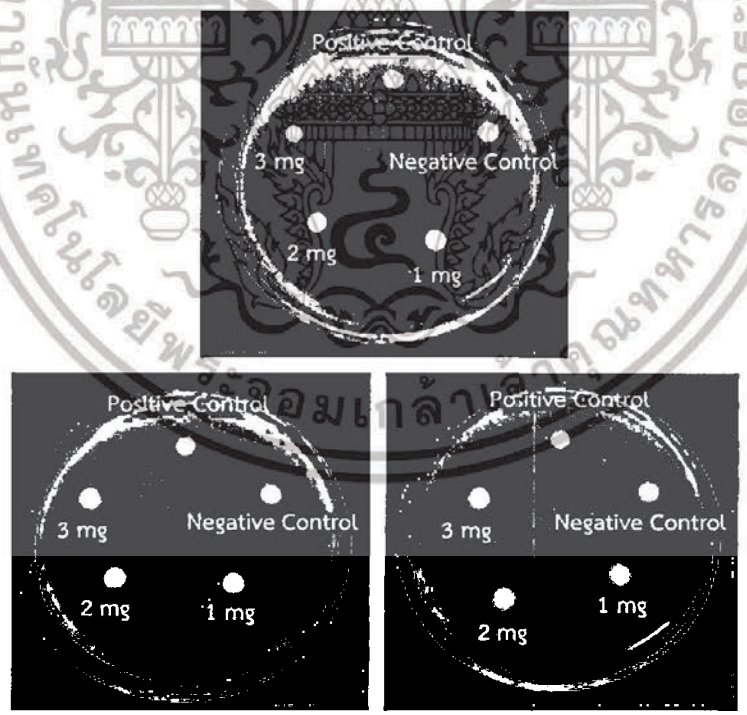


รูปที่ ค-20 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายอะซิโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

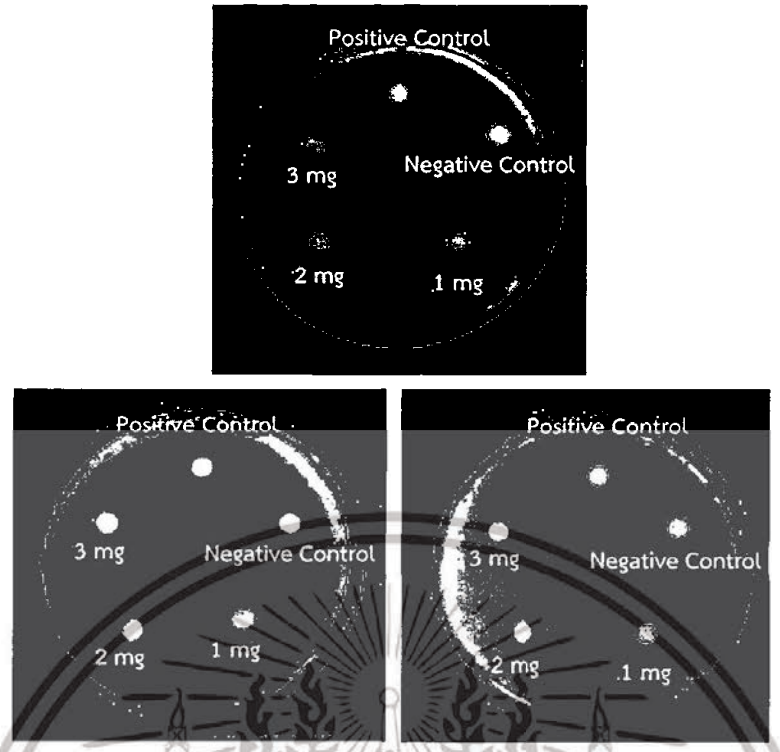


รูปที่ ค-21 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล

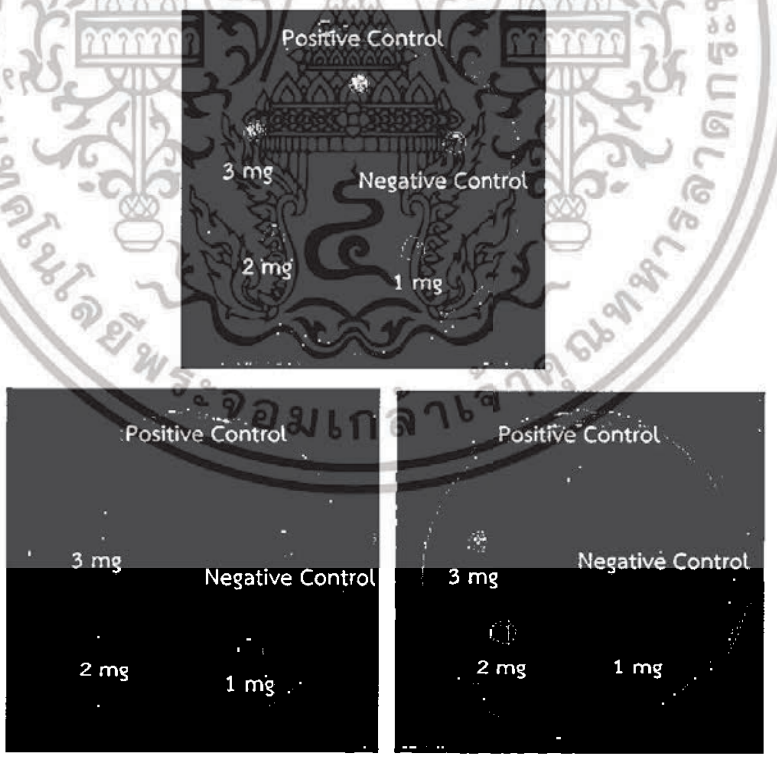


รูปที่ ค-22 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-23 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล



รูปที่ ค-24 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ในตัวทำละลายเมทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-25 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	25.59	25.15	26.06	25.60
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-26 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	14.46	17.41	18.21	16.69
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-27 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	26.43	23.99	23.77	24.73
Negative Control	-	-	-	-
1	7.03	7.15	7.19	7.12
2	7.62	7.81	7.69	7.71
3	7.70	8.01	7.86	7.86

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

ตาราง ค-28 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis*			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	14.40	17.35	17.98	16.58
Negative Control	-	-	-	-
1	6.86	6.39	6.53	6.59
2	7.36	7.13	7.76	7.42
3	7.68	7.43	7.83	7.65

หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-29 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	24.93	25.56	25.15	25.21
Negative Control	-	-	-	-
1	6.19	6.22	6.52	6.31
2	6.38	6.25	6.55	6.39
3	6.72	6.37	7.21	6.77

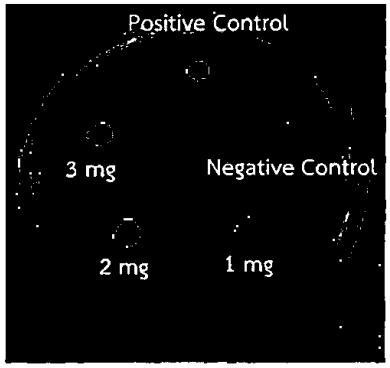
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

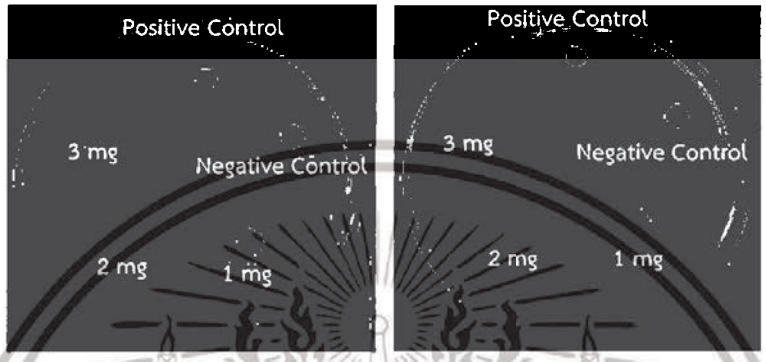
ตาราง ค-30 แสดงขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ

ปริมาณสารสกัด (มิลลิกรัม)	ขนาดของบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141			ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	ซ้ำที่ 1 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 2 (มิลลิเมตร)	ซ้ำที่ 3 (มิลลิเมตร)	
Positive Control	17.57	17.98	18.18	17.91
Negative Control	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

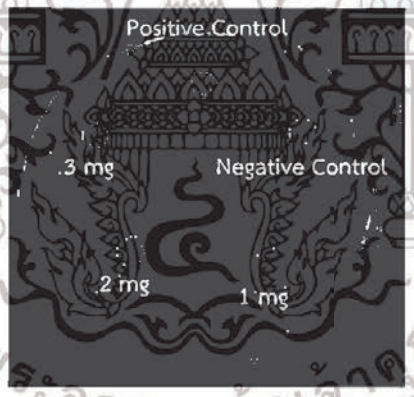
หมายเหตุ - สัญลักษณ์แสดงว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

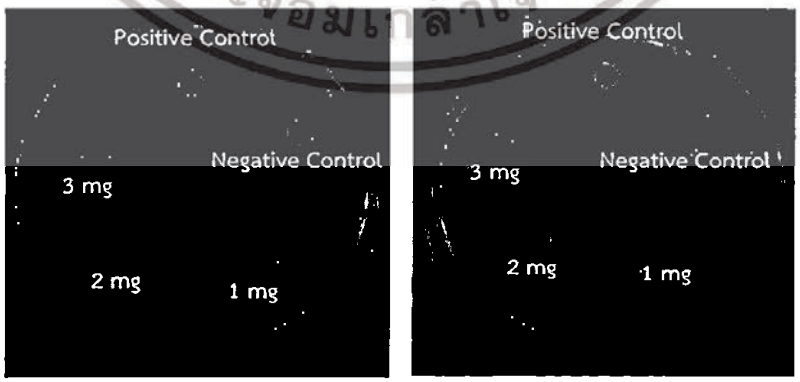
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





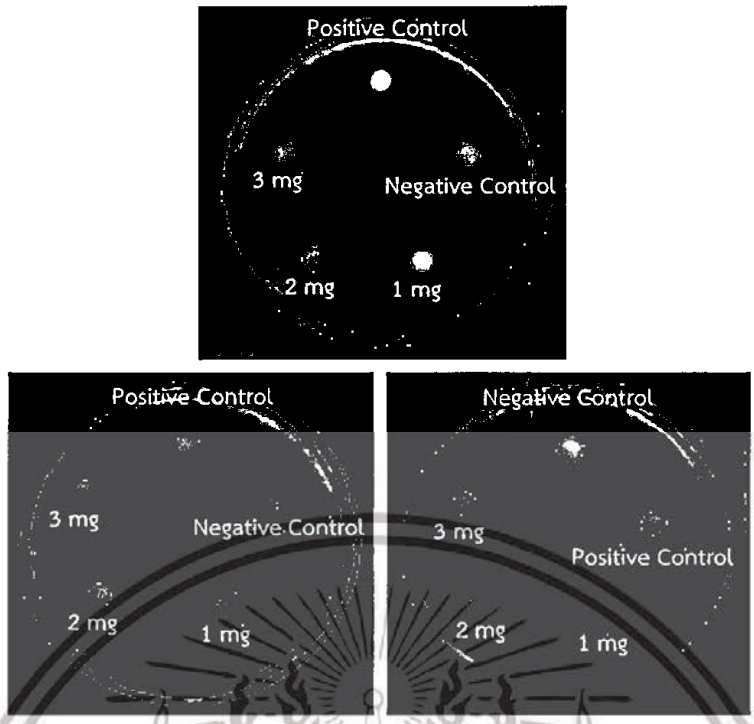
รูปที่ ค-25 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน



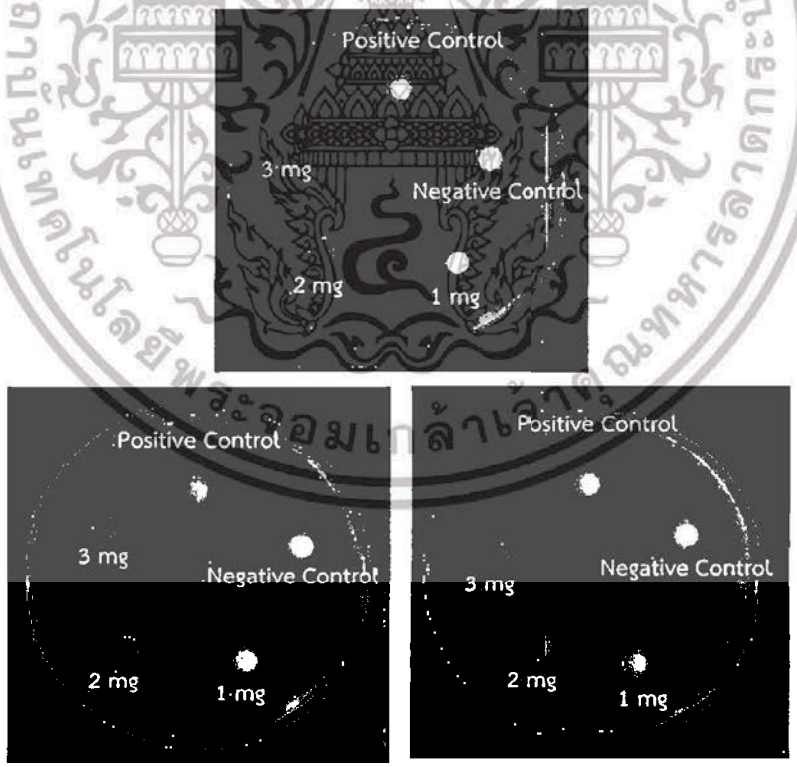


รูปที่ ค-26 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายอะซิโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

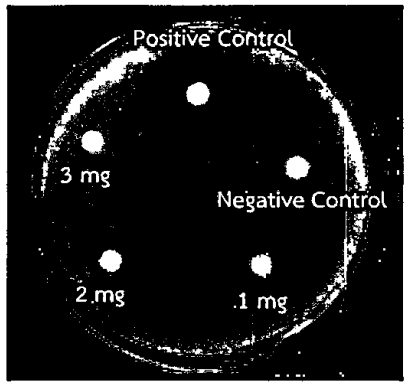


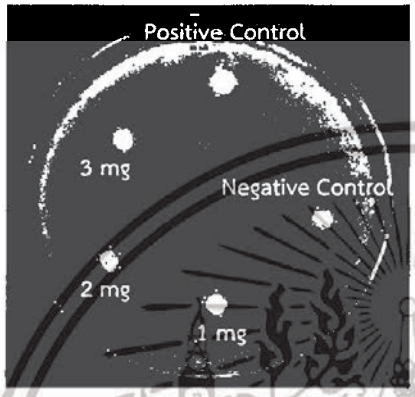
รูปที่ ค-27 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล

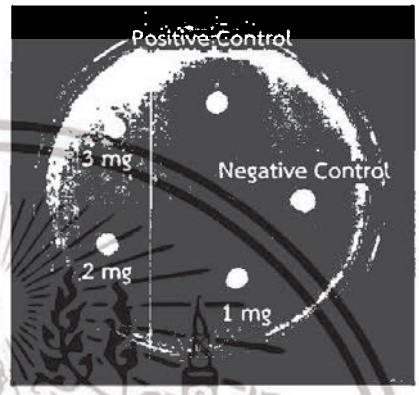


รูปที่ ค-28 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเอทานอล

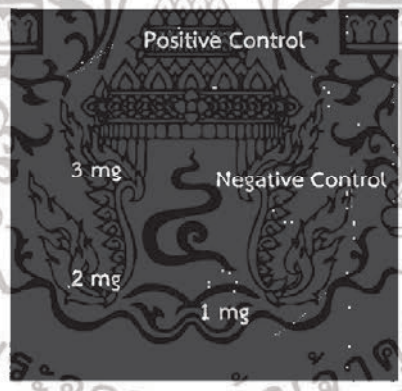
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

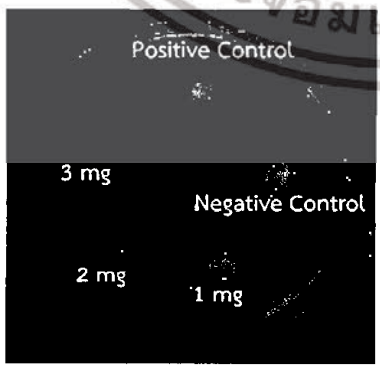


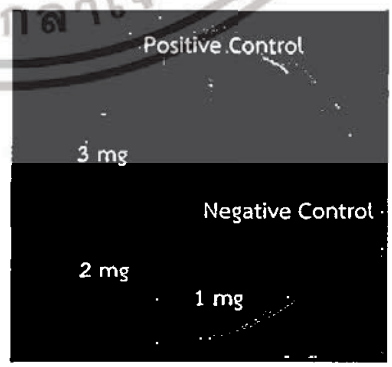




รูปที่ ค-29 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 โดยสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล







รูปที่ ค-30 แสดงบริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก สาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ในตัวทำละลายเมทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ANOVA

ตารางที่ ง-1 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746

Means

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	StDev	95% CI
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.6067	0.0709	(6.2747, 6.9386)
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	7.457	0.374	(7.125, 7.789)
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	10.527	0.435	(10.195, 10.859)
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	3	7.323	0.316	(6.991, 7.655)
Chlamydomonas sp. AGR1619	2	3	8.173	0.206	(7.841, 8.505)
Chlamydomonas sp. AGR1619	3	3	8.807	0.583	(8.475, 9.139)
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	7.5633	0.1137	(7.2314, 7.8953)
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	8.017	0.481	(7.685, 8.349)
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	8.400	0.173	(8.068, 8.732)
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	6.6200	0.1682	(6.2880, 6.9520)
Chlamydomonas sp. SCO1619	2	3	7.0133	0.1106	(6.6814, 7.3453)
Chlamydomonas sp. SCO1619	3	3	9.6833	0.1332	(9.3514, 10.0153)
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	7.1233	0.0833	(6.7914, 7.4553)
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	7.7067	0.0961	(7.3747, 8.0386)
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	7.8567	0.1550	(7.5247, 8.1886)

Pooled StDev = 0.281547

ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ปริมาณสารสกัด	14	49.838	3.55988	44.91	0.000
Error	30	2.378	0.07927		
Total	44	52.216			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	Grouping
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	10.527	A
Chlamydomonas sp. SCO7128	3	3	9.6833	A
Chlamydomonas sp. AGR1619	3	3	8.807	B
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	8.400	B C
Chlamydomonas sp. AGR1619	2	3	8.173	B C D
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	8.017	B C D E
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	7.8567	C D E F
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	7.7067	C D E F
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	7.5633	C D E F
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	7.457	D E F G
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	3	7.323	E F G H
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	7.1233	F G H
Chlamydomonas sp. SCO1619	2	3	7.0133	F G H
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	6.6200	G H
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.6067	H

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-2 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141

Means

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	StDev	95% CI
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.6067	0.0709	(6.2747, 6.9386)
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	7.457	0.374	(7.125, 7.789)
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	10.527	0.435	(10.195, 10.859)
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	3	7.323	0.316	(6.991, 7.655)
Chlamydomonas sp. AGR1619	2	3	8.173	0.206	(7.841, 8.505)
Chlamydomonas sp. AGR1619	3	3	8.807	0.583	(8.475, 9.139)
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	7.5633	0.1137	(7.2314, 7.8953)
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	8.017	0.481	(7.685, 8.349)
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	8.400	0.173	(8.068, 8.732)
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	6.6200	0.1682	(6.2880, 6.9520)
Chlamydomonas sp. SCO1619	2	3	7.0133	0.1106	(6.6814, 7.3453)
Chlamydomonas sp. SCO1619	3	3	9.6833	0.1332	(9.3514, 10.0153)
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	7.1233	0.0833	(6.7914, 7.4553)
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	7.7067	0.0961	(7.3747, 8.0386)
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	7.8567	0.1550	(7.5247, 8.1886)

Pooled StDev = 0.281547

ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ปริมาณสารสกัด	14	10.813	0.77237	12.14	0.000
Error	30	1.909	0.06362		
Total	44	12.722			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	Grouping
Chlamydomonas sp. SCO7128	3	3	8.5033	A
Chlamydomonas sp. SCO7128	2	3	8.1167	A B
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	7.7000	B C
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	7.647	B C
Chlamydomonas sp. AGR1619	3	3	7.6133	B C
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	7.587	B C
Chlamydomonas sp. AGR1619	2	3	7.5667	B C
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	7.417	B C D
Chlamydomonas sp. AGR1619	1	3	7.393	B C D
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	7.2967	C D E
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	7.210	C D E
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	7.1267	C D E
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.780	D E
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	6.720	D E
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	6.593	E

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 แสดงความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อแผ่นทดสอบ ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746

Means

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	StDev	95% CI
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.383	0.248	(6.125, 6.641)
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	6.657	0.291	(6.399, 6.915)
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	7.077	0.267	(6.819, 7.335)
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	6.6033	0.0764	(6.3453, 6.8614)
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	6.7467	0.1250	(6.4886, 7.0047)
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	6.9867	0.0551	(6.7286, 7.2447)
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	6.5700	0.1442	(6.3120, 6.8280)
Chlamydomonas sp. SCO1619	2	3	6.8667	0.1537	(6.6086, 7.1247)
Chlamydomonas sp. SCO1619	3	3	7.167	0.205	(6.909, 7.425)
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	6.310	0.182	(6.052, 6.568)
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	6.3933	0.1504	(6.1353, 6.6514)
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	6.767	0.422	(6.509, 7.025)

Pooled StDev = 0.216551

ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ปริมาณสารสกัด	11	2.548	0.23167	4.94	0.001
Error	24	1.125	0.04639		
Total	35	3.674			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

สารสกัดจากสาหร่าย	ปริมาณสารสกัด	N	Mean	Grouping		
Chlamydomonas sp. SCO7128	3	3	7.167	A		
Chlamydomonas sp. AGL1619	3	3	7.077	A		
Chlamydomonas sp. PTB2919	3	3	6.9867	A	B	
Chlamydomonas sp. SCO1619	2	3	6.8667	A	B	C
Chlamydomonas sp. SCT1619	3	3	6.767	A	B	C
Chlamydomonas sp. PTB2919	2	3	6.7467	A	B	C
Chlamydomonas sp. AGL1619	2	3	6.657	A	B	C
Chlamydomonas sp. PTB2919	1	3	6.6033	A	B	C
Chlamydomonas sp. SCO1619	1	3	6.5700	A	B	C
Chlamydomonas sp. SCT1619	2	3	6.3933		B	C
Chlamydomonas sp. AGL1619	1	3	6.383		B	C
Chlamydomonas sp. SCT1619	1	3	6.310			C

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

ตารางที่ จ-1 ผลความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้

สารสกัดจากสาหร่าย	Positive Control	Negative Control	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)				
			3	1.5	0.75	0.375	0.1875
อะซิโตน							
Chlamydomonas sp. SCT1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
เอทานอล							
Chlamydomonas sp. AGL1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. AGR1619	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp. PTB2919	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCO7128	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCT1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

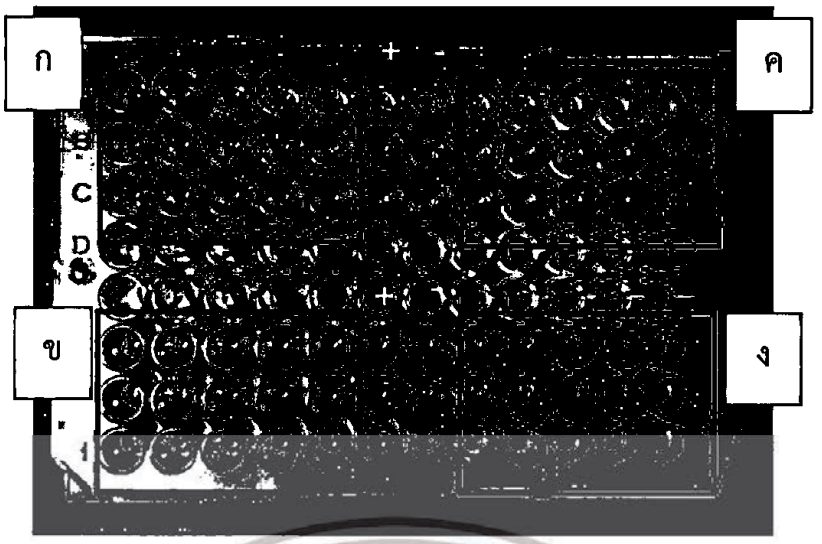
	เมทานอล						
Chlamydomonas sp. AGL1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. PTB2919	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCO7128	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCT1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+

หมายเหตุ Positive control หมายถึง บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

Negative control หมายถึง บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

+ หมายถึง มีการเจริญของเชื้อ - หมายถึง ไม่มีการเจริญของเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ (ก) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ข) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ค) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ด้วยตัวทำละลายเมทานอล

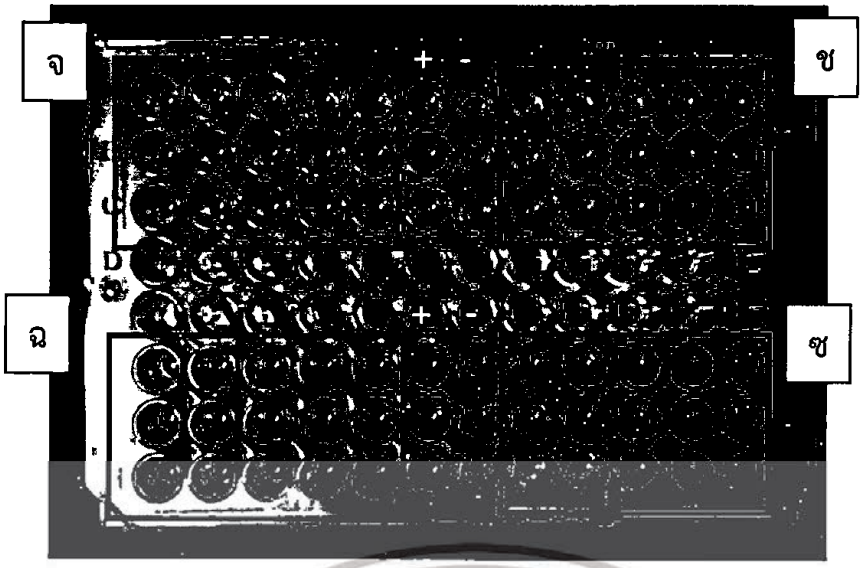
(ง) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ด้วยตัวทำละลายเมทานอล

\+ หมายถึง Positive control บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

\- หมายถึง Negative control บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

รูปที่ จ-1 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ (จ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ฉ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ช) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ด้วยตัวทำละลายเมทานอล

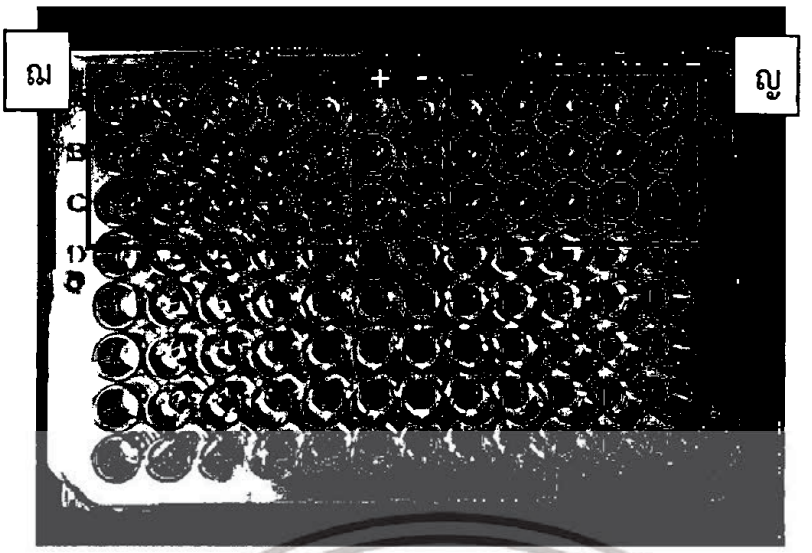
(ซ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ด้วยตัวทำละลายเมทานอล

\+ หมายถึง Positive control บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

\- หมายถึง Negative control บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

รูปที่ จ-1 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ (ณ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ญ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ด้วยตัวทำละลายอะซีโตน

\+ หมายถึง Positive control บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

\- หมายถึง Negative control บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

รูปที่ จ-1 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-2 ผลของค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้

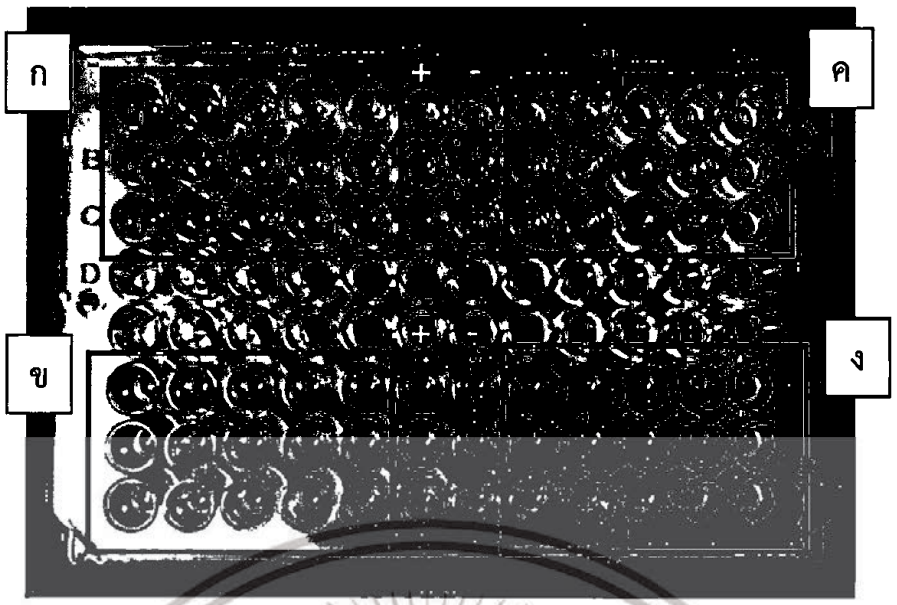
สารสกัดจากสาหร่าย	Positive Control	Negative Control	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)				
			3	1.5	0.75	0.375	0.1875
เอทานอล							
Chlamydomonas sp. AGL1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. AGR1619	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp. PTB2919	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCO7128	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
	+	-	-	-	+	+	+
Chlamydomonas sp. SCT1619	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+
	+	-	-	+	+	+	+

หมายเหตุ Positive control หมายถึง บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

Negative control หมายถึง บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

+ หมายถึง มีการเจริญของเชื้อ - หมายถึง ไม่มีการเจริญของเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ (ก) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO7128 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ข) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB2919 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

(ค) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

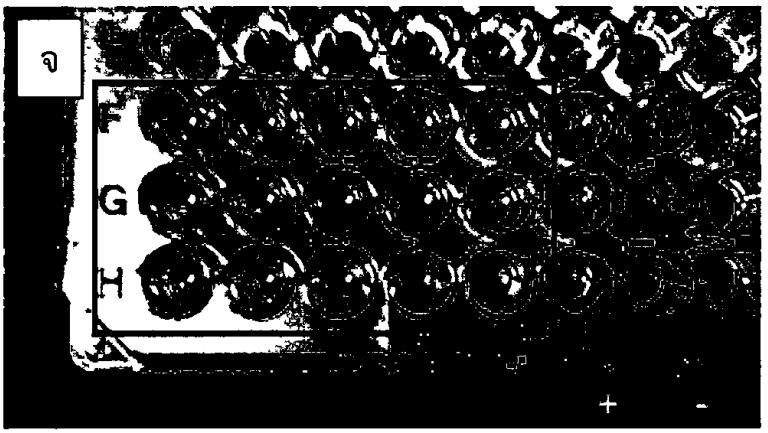
(ง) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล

\+ หมายถึง Positive control บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ

\- หมายถึง Negative control บริเวณที่มีอาหารเทียงอย่างเดียว

รูปที่ จ-2 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ (จ) สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR1619 ด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95
+ หมายถึง Positive control บริเวณที่มีอาหารและเชื้อ
- หมายถึง Negative control บริเวณที่มีอาหารเพียงอย่างเดียว

รูปที่ จ-2 ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141 ได้ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 1.5 0.75 0.375 และ 0.1875 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

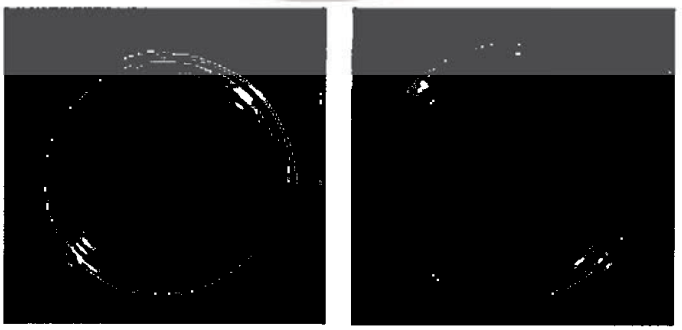
ผลการทดสอบความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

1. ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. จากตัวทำละลายอะซิโตนที่สามารถฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746

รูปที่ ฉ-1 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายอะซิโตน ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

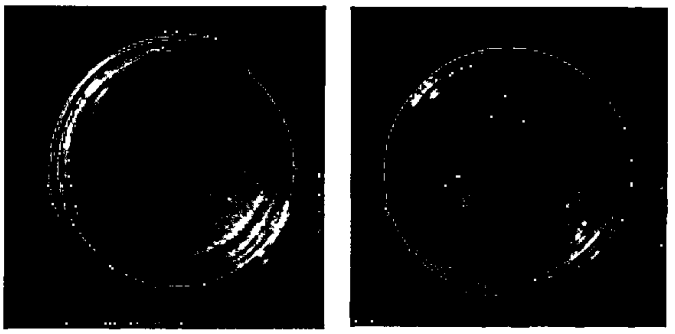
2. ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. จากตัวทำละลายเอทานอล ที่สามารถฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746

รูปที่ ฉ-2 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

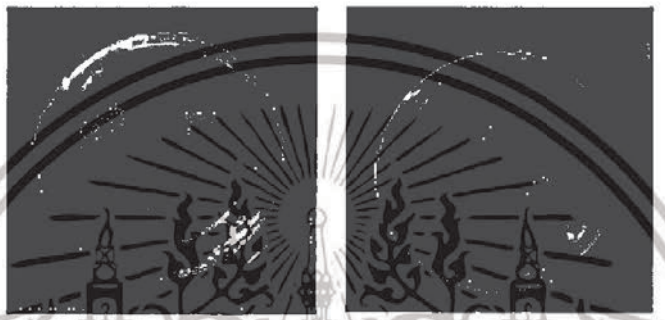


รูปที่ ฉ-3 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ-4 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ



รูปที่ ฉ-5 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

รูปที่ ฉ-6 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

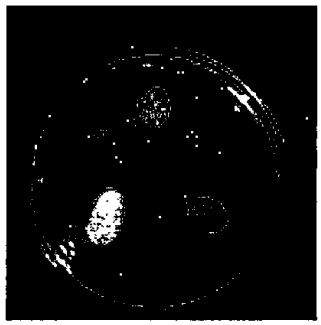
3. ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. จากตัวทำละลายเมทานอล ที่สามารถฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 746

รูปที่ ฉ-7 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL 1619 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

รูปที่ ฉ-8 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

รูปที่ ฉ-9 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



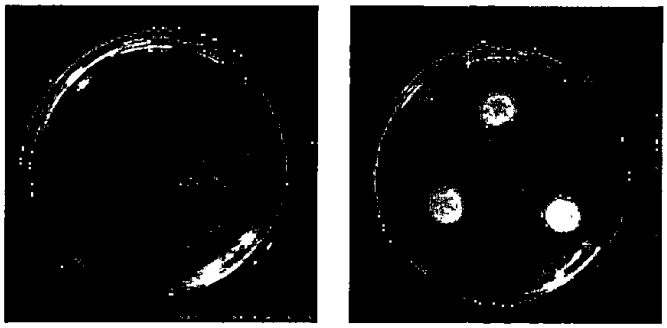
รูปที่ ฉ-10 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

4. ผลของความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* spp. จากตัวทำละลายเอทานอล ที่สามารถฆ่าการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus epidermidis* TISTR 2141

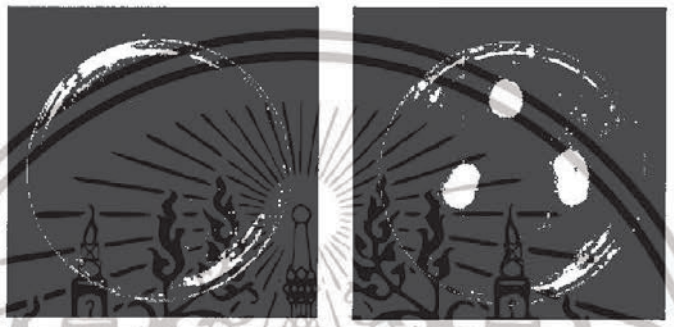
รูปที่ ฉ-11 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGL 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

รูปที่ ฉ-12 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. AGR 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

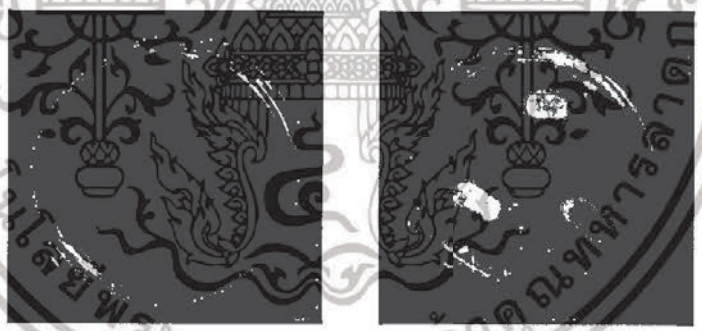
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ-13 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. PTB 2919 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ



รูปที่ ฉ-14 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCO 7128 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ



รูปที่ ฉ-15 สารสกัดจากสาหร่าย *Chlamydomonas* sp. SCT 1619 จากตัวทำละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 3 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้