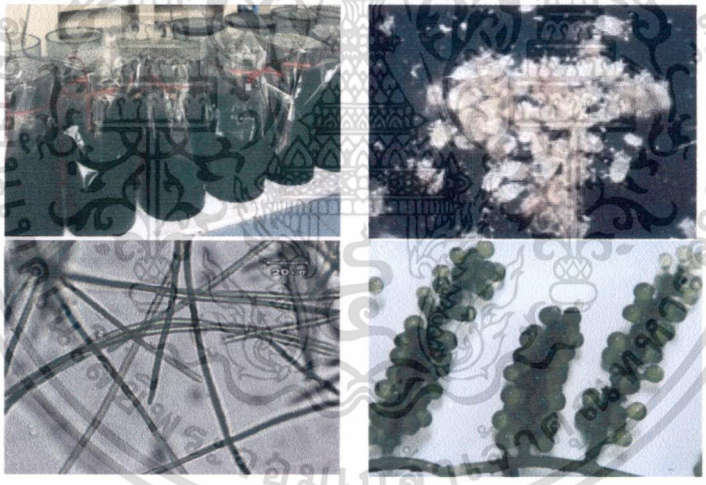
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2553

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

Effectiveness of bioactive compounds from algae on house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)



RCH
SH
389.6
A821W

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์
ผศ. ดร. อำมร อินทร์สังข์
นายจรงศักดิ์ พุมนวน

สจห.....
เลขทะเบียน.....115207
วัน,เดือน,ปี.....22 ก.พ. 2553

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2553
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.12287003
i.

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น,

Dermatophagoides pteronyssinus (Trouessart)

Effectiveness of bioactive compounds from algae on house dust mite,

Dermatophagoides pteronyssinus (Trouessart)

โดย

รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ. ดร. อำมร อินทร์สังข์

นายจรงศักดิ์ พุมนวน

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2553

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

Effectiveness of bioactive compounds from algae on house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2553 จำนวนเงิน 300,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 ถึง 30 กันยายน 2553

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัย รศ. ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์
ผศ. ดร. อำมร อินทร์สังข์
นายจรงศักดิ์ พุมนวน
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทร. 02-329-8517

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย 15 สกุล (*Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *C. lentillifera*, *Cladophora* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp.) ที่สกัดด้วย methanol, hexane และ dichloromethane เพื่อควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* พบว่าสารสกัดที่สกัดโดย methanol ออกฤทธิ์ในการฆ่าไรฝุ่นได้ดีที่สุด โดยสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) และ *Ulva intestinalis* มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้ดีคือสามารถฆ่าไรฝุ่นตายมากกว่า 70% โดยที่ *Oscillatoria* sp. มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นสูงสุดคือ 99.0±1.0% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ *Phormidium* sp.

คำสำคัญ : สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สาหร่าย ไรฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Effectiveness of bioactive compounds from 15 genera of algae (*Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *C. lentillifera*, *Cladophora* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. and *Acanthophora* sp.) against house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* were evaluated. All algae were extracted with methanol, hexane and dichloromethane. The result indicated that methanolic extract had the highest effectiveness on house dust mite. As extracts of *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) and *Ulva intestinalis* could control house dust mite over 70%. *Oscillatoria* sp. had the greatest acaricidal effect of 99.0±1.0% mortality, which was not significantly different with *Phormidium* sp. ($p<0.05$).

Key words: Bioactive compounds, algae, house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	3
สารบัญ	5
สารบัญตาราง	6
สารบัญภาพ	7
บทนำ	8
ตรวจเอกสาร	11
วิธีการ	20
ผลการทดลอง	26
วิจารณ์ผลการทดลอง	37
สรุป	41
เอกสารอ้างอิง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณสารสกัดหยาบ (g) ที่ได้จากสาหร่าย 15 สกุล ที่สกัดด้วย methanol, hexane และ dichloromethane (สกัดจากสาหร่าย 200 g)	27
2 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัด จากสาหร่ายที่สกัดด้วย methanol	28
3 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วย hexane	30
4 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วย dichloromethane	32
5 การยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่นโดยสารสกัดจากสาหร่าย	35
6 แสดงเปอร์เซ็นต์การตาย และค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย 7 สกุล ที่สกัดด้วย methanol ที่ 24 ชั่วโมง	36
7 ค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบต่อไรฝุ่น *D. Pteronyssinus* ด้วยวิธีการสัมผัส	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะตัวเต็มวัยของไรฝุ่น	11
2 สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งไรฝุ่น	21
3 สาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งไรฝุ่น	22
4 ก เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดหยาบจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%	33
4 ข เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดหยาบจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%	33
4 ค เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารหยาบสกัดจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกมีอัตราผู้ป่วยโรคภูมิแพ้สูงมากถึง 3,600 ล้านคน และกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้มีสาเหตุมาจากการสูดสารก่อภูมิแพ้จำพวกผงฝุ่นที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศเข้าไป ตัวสำคัญในผงฝุ่นที่ทำให้เกิดภูมิแพ้คือมูลที่เกิดจากการขับถ่ายของไรฝุ่น ไรฝุ่นหรือไรฝุ่นบ้าน (house dust mite) เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้แก่ผู้อยู่อาศัยในที่ที่มีไรฝุ่น โดยไรฝุ่นก่อโรคภูมิแพ้ได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก โดยเมื่อมีการสูดดมมูลไรฝุ่นเข้าไปจะกระตุ้นร่างกายให้เกิดอาการภูมิแพ้ เช่น ผิวหนังอักเสบ ภูมิต้านทานที่ผิวหนังอ่อนแอ น้ำมูกไหล คันตา ไอ จาม โพรงจมูกอักเสบ เป็นโรคหอบหืด หรือหลอดลมตีบตันทำให้เสียชีวิตได้

ในประเทศไทยพบว่า 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของโรคภูมิแพ้มีสาเหตุมาจากไรฝุ่น คนไทยป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ไรฝุ่นแล้วประมาณ 10 ล้านคน และมีแนวโน้มผู้ป่วยมากขึ้นทุกปี ใช้ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่ายาเฉลี่ยปีละ 6,000 บาทต่อคน ความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นค่ายาถึง 36,000 ล้านบาทต่อปี (สุภัทรา, 2545; www.bloggang.com)

ปัจจุบันประชาชนได้ตระหนักถึงอันตรายของโรคภูมิแพ้ที่เกิดจากไรฝุ่น จึงให้ความสนใจในการป้องกันตนเองจากไรฝุ่นมากขึ้น จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อหาวิธีการป้องกัน กำจัด และลดปริมาณของไรฝุ่นให้น้อยลงจนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอาการของโรคภูมิแพ้ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การใช้สารเคมี การรักษาความสะอาดเครื่องนอนเครื่องใช้ต่างๆ เป็นต้น สำหรับการใช้สารเคมีเพื่อฉีดฆ่าไรฝุ่นนั้นแม้ประสิทธิภาพในการฆ่าจะสูง แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากวิธีการนี้ยังไม่มีรายงานยืนยันในความปลอดภัยในการใช้ระยะยาวจึงมีความเสี่ยงจากพิษตกค้าง และคงไม่มีใครต้องการที่จะฉีดยาฆ่าแมลงลงบนเตียงของตนเองด้วย

ดังนั้นทางเลือกที่น่าสนใจและมีความปลอดภัยในการใช้มากที่สุดน่าจะเป็นการใช้สารที่มีอยู่ตามธรรมชาติในการควบคุมไรฝุ่น โดยได้มีการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรหลากหลายชนิดเพื่อใช้ฉีดพ่นควบคุมไรฝุ่น ซึ่งพบว่าได้รับการยอมรับจากประชาชนจำนวนมาก เพราะมีประสิทธิภาพสูงและมีความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของสารที่มาจากธรรมชาติ ซึ่งนอกจากสมุนไพรต่าง ๆ แล้ว สาหร่ายยังเป็นวัตถุดิบอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติ โดยมีปริมาณมากทั้งในทะเล คูน้ำ บ่อน้ำธรรมชาติ อ่างเก็บน้ำ บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ ซึ่งแม้มีปริมาณมากแต่ไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ มากนัก และแม้หากต้องทำการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตสาหร่ายเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ สาหร่ายก็มีข้อดีกว่าพืชชั้นสูง อื่น ๆ คือใช้พื้นที่ขนาดเล็ก มีวงจรการเจริญเติบโตที่สั้นเพียง 1-2 สัปดาห์ ได้ผลผลิตที่มากและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีรายงานการวิจัยของต่างประเทศมากมายว่าในสาหร่ายมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายกลุ่มทั้ง สารต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา สารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดแมลง ฯลฯ ซึ่งหากมีการนำมาใช้ประโยชน์ ให้เหมาะสมจะเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ตามธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่า ไม่ทิ้งให้เปล่าประโยชน์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสาหร่ายที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมและกำจัดไรฝุ่น รวมทั้งหาวิธีการเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสาหร่ายเพื่อใช้กำจัดไรฝุ่น หาตัวทำละลายและสภาวะในการเก็บสารออกฤทธิ์เพื่อให้มีความคงตัวได้นานที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเป็นสารควบคุมไรฝุ่นแทนสารเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และไม่ส่งผลเสียต่อสภาวะแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

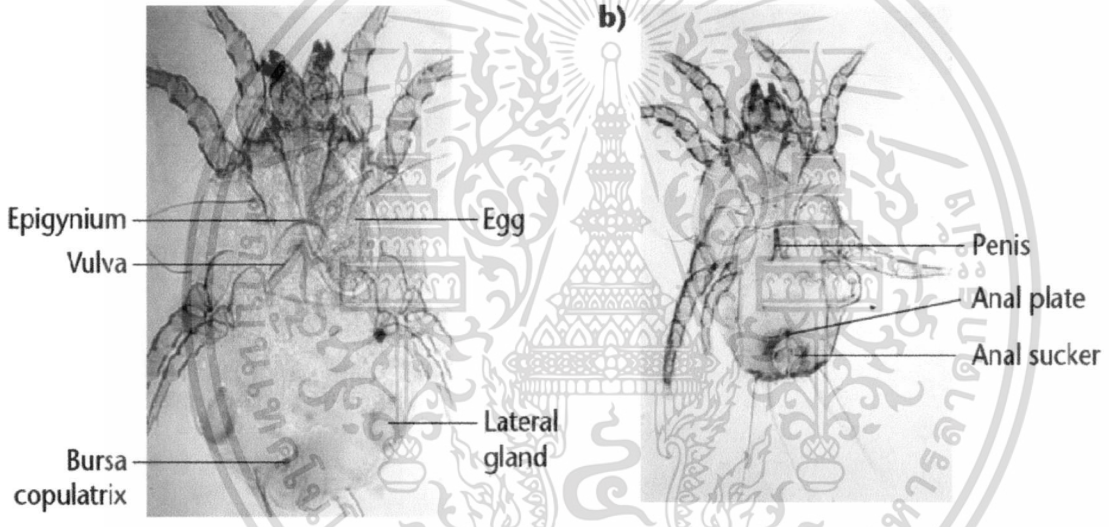
1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายกลุ่มต่าง ๆ ในการกำจัดไรฝุ่น
2. เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายที่ทำหน้าที่กำจัดไรฝุ่น เพื่อการนำไปพัฒนาและปรับใช้ผลิตสารกำจัดไรฝุ่นในเชิงพาณิชย์
3. เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย เพื่อให้สารมีความคงตัวได้นานที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ไรฝุ่นและภูมิแพ้

ไรฝุ่น จัดเป็นสัตว์ขาปล้องชนิดหนึ่งที่อยู่ใน Phylum Arthopoda เช่นเดียวกับแมลงและแมง แต่มีลักษณะเฉพาะ จึงจำแนกไรฝุ่นให้อยู่ในอันดับ Acarina ไรฝุ่นมีขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตร มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เมื่อโตเต็มวัยจะมี 8 ขา ในขณะเป็นตัวอ่อนจะมีแค่ 6 ขา ไม่มีตา ไรฝุ่นมีก้าม 1 คู่คล้ายก้ามปู ใช้จับอาหารซึ่งก็คือส่วนประกอบของฝุ่นบ้าน ชอบอาศัยอยู่ในที่มีอุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส โดย 60–70 เปอร์เซ็นต์ ไม่ชอบแสงสว่าง อาศัยปะปนกับฝุ่น ในบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง ชอบความชื้น ไม่ทนต่อความแห้ง



ภาพที่ 1 ลักษณะตัวเต็มวัยของไรฝุ่น

ที่มา: Collof. 2009

แหล่งที่อยู่ของไรฝุ่นมักพบในบ้านเรือนเช่น ที่นอน หมอน ผ้าห่ม โซฟา ผ้าม่าน พรม และตุ๊กตาที่ใช้วัสดุภายในเป็นเส้นใยเป็นต้น ไรฝุ่นมีขนาดเล็กมาก สามารถติดมากับนก หนู สัตว์เลี้ยงภายในบ้าน ลม พัดมา และอาจติดมากับเสื้อผ้าของผู้ที่มาเยี่ยมเยียนได้ โดยแม้เปลี่ยนเครื่องเรือนทั้งหมดใหม่ ภายใน 6 เดือน ไรฝุ่นก็จะเข้ามาในบ้านได้ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง

ไรไม่สามารถกินน้ำได้ ดังนั้นจะต้องดูดซึมน้ำจากอากาศรอบๆ ตัวทางต่อมบนผิวหนัง ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในที่ที่มีความชื้นต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะว่าจะได้รับน้ำจากอากาศรอบๆ ตัวไม่เพียงพอ ไรฝุ่นมีอายุประมาณ 3 - 4 เดือน ตลอดชีวิตตัวเมียจะออกไข่ประมาณ 300 ฟอง ตลอดช่วงที่มีชีวิตอยู่ไรฝุ่นบ้านจะขับมูลออกมาจำนวนมาก ซึ่งมูลของไรฝุ่นนี้เป็นตัวการที่ทำให้ผู้ป่วยที่สูดหายใจเอามูลเข้าไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือสัมผัสมูลทางผิวหนังเกิดอาการแพ้ มูลของไรฝุ่นมีขนาดประมาณเท่ากับละอองเกสรดอกหญ้าที่ปลิวในอากาศ เป็นขนาดที่เข้าถึงหลอดลมของมนุษย์ได้

อาหารหลักของไรฝุ่นคือเศษขี้ไคล ขี้รังแค สะเก็ดที่หลุดลอกจากหนังกำพร้าของคนและสัตว์ สะเก็ดที่หลุดร่วงจะอยู่บนเตียงนอน ที่นอน หมอน ผ้าห่ม ตุ๊กตาปุกปุย พรม ฯลฯ โดยเศษผิวหนังเพียง 1 กรัมก็สามารถเลี้ยงไรฝุ่น 1,000,000 ตัวเป็นเวลาถึง 1 สัปดาห์เต็มๆ ดังนั้นเมื่อมีอาหารมากมีอุณหภูมิที่เหมาะสมอย่างเมืองไทย คือ ประมาณ 20 องศาเซลเซียส ขึ้นไปและความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ บ้านคนไทยจึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของไรฝุ่น ไรฝุ่นขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ถ้าอุณหภูมิเหมาะสมเช่น 25 องศาเซลเซียส และความชื้นเหมาะ ร้อยละ 70-80 และออกไข่มาก

พบมีรายงานว่า อุณหภูมิในห้องนอนมีผลต่อจำนวนไรฝุ่น รวมทั้งอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป จากการคำนวณโดยนักวิจัยพบว่า เตียงในลอนดอนจะมีไรฝุ่นมากขึ้นถึง 80 เท่า ในปี ค.ศ. 2050 ถ้าโลกร้อนขึ้น ระดับความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้น บนเตียงเดี่ยวที่มีสภาพเหมาะสม 1 เตียง สามารถมีไรฝุ่นอยู่ได้ถึง 1.5 ล้านตัว (http://www.nature.com; http://www.vcharkarn.com)

สำหรับสารก่อภูมิแพ้ของไรฝุ่น มักอยู่ในรูปของมูลและคราบของไรฝุ่นที่มีน้ำหนักเบา สามารถลอยปะปนในอากาศและสูดดมเข้าไปได้ โดยสารก่อภูมิแพ้หลักที่ไรฝุ่นผลิตออกมี 2 กลุ่มใหญ่ คือ group I allergens พบมากในมูลของไรฝุ่น และ group II allergens พบได้มากในผนังลำตัว สารก่อภูมิแพ้เหล่านี้ถูกย่อยและขับออกมาให้อยู่ในรูปมูลของไรฝุ่นซึ่งมีขนาดเล็กมาก จึงสามารถ ลอยปะปนอยู่ในอากาศ (http://www.biothai.net)

ภูมิแพ้เป็นโรคที่เกิดจากปฏิกิริยาภูมิไวเกินต่อสารก่อภูมิแพ้ การแพ้ไรฝุ่นเกิดจากการสูดหายใจเอามูลของไรฝุ่นเข้าสู่ร่างกาย ถ้าสูดเข้าทางจมูกทำให้เกิดอาการแพ้ทางจมูก เยื่อบุจมูกอักเสบเรื้อรัง เรียกว่า แพ้อากาศ เมื่อถึงหลอดลมจะทำให้ไอเรื้อรัง หอบหืด ถ้าเข้าทางตาทำให้เยื่อบุตาอักเสบ เคืองตา คันตา ตาแดง หรือถ้าสัมผัสผิวหนังจะทำให้เกิดผื่นคัน มีตุ่มน้ำใสๆ หรือเป็นลมพิษ (http://www.uniserv.buu.ac.th) โดยทั้งตัวไรฝุ่นและมูล มีโปรตีนในการก่อภูมิแพ้สูง ถ้าเรียงตามลำดับการก่อการแพ้ จะได้แก่ มูล ตัวแก่ ตัวอ่อน และไข่

สารก่อภูมิแพ้จากไรฝุ่นยังทำให้ภูมิต้านทานที่ผิวหนังอ่อนแอ ส่งผลให้ผิวติดเชื้อและเสียหายง่าย ทำให้กระบวนการซ่อมแซมผิวเกิดช้าลง ซึ่งผิวหนังมีหน้าที่เป็นปราการป้องกันเชื้อโรคที่สำคัญ ในผู้ป่วยโรคผิวหนังจะสูญเสียหน้าที่นี้ไป จำเป็นต้องซ่อมแซมตนเองภายหลัง หากได้รับสารก่อภูมิแพ้ เช่น จากไรฝุ่นจะทำให้ผิวหนังซ่อมแซมตนเองช้าลง นอกจากนั้นยังทำให้สารก่อภูมิแพ้อีกมายมายเข้าไปในผิวหนังได้อย่างง่ายดาย กลายเป็นวัฏจักรที่รุนแรง (http://www.sema.go.th)

โดยองค์การอนามัยโลกได้กำหนดระดับสารก่อภูมิแพ้ไว้ที่ 2 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม หรือไรฝุ่น 100 -500 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม เป็นระดับมาตรฐานที่สามารถกระตุ้นให้เกิดอาการหืดหอบในผู้ป่วยภูมิแพ้ได้ และในปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อกรัมฝุ่น จะทำให้เกิดการจับหืดเฉียบพลัน (http://xchange.teenee.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทว่า ในประเทศไทยกลับตรวจพบสารก่อภูมิแพ้เฉลี่ยถึง 11 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม และในกรุงเทพฯ พบปริมาณของสารก่อภูมิแพ้เฉลี่ย 5 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม (http://www.manager.co.th)

ภูมิแพ้เป็นโรคในระดับต้น ๆ ที่คนไทยกำลังเผชิญในขณะนี้ จำนวนผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ที่ มีสาเหตุมาจากไรฝุ่นในประเทศไทยมีสูงและมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นทุกปี (วรรณะและคณะ, 2542) ไรฝุ่นก่อโรคภูมิแพ้ได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก ในประเทศไทยพบว่า 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของโรคภูมิแพ้มีสาเหตุมาจากไรฝุ่นโดยเฉพาะไร *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) และ *Blomia tropicalis* Bronswijk โดยมีผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ประมาณ 10 ล้านคน จากการศึกษาที่โรงพยาบาลพระมงกุฎพบว่า ผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ใช้ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่ายาเฉลี่ยปีละ 6,000 บาทต่อคน หากคำนวณความสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยตรงจะเป็นค่ายาถึง 36,000 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ยังมีความสูญเสียทางเศรษฐกิจทางอ้อมเช่น การขาดงาน และการหย่อนประสิทธิภาพในการทำงานจากอาการภูมิแพ้ ซึ่งยังเป็นตัวเลขที่ไม่ชัดเจน (สุภัทรา, 2545)

ไรฝุ่นพบได้เกือบทุกส่วนของโลก จากการศึกษาพบว่ามีไร 11 สปีชีส์ อาศัยอยู่ในบ้านเรือนตามส่วนต่างๆ ของโลก (Blythe, 1976) Toma *et al.* (1998)ได้ศึกษาชนิดของไรฝุ่นที่อาศัยอยู่ตามบ้านเรือนที่ไม่มีคนป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ ในเมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นจากที่นอนและพื้นที่ห้องจำนวน 20 หลังคาเรือนในเดือนมิถุนายน 1993 ถึง สิงหาคม 1994 การเก็บตัวอย่างใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดพื้นที่ 1 ตารางเมตร เป็นเวลา 1 นาที จากการสำรวจพบว่าไรชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Dermatophagoides pteronyssinus* รองลงมาคือ *Blomia tropicalis* ในขณะที่ไร *Dermatophagoides farinae* พบในจำนวนน้อย สำหรับในประเทศไทย Malainual *et al.* (1995) ได้ทำการสำรวจฝุ่นจาก 3 ภาคของไทย ได้แก่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นในปี 1991-1993 รวมตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด 630 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดเป็นเวลา 5 นาที พบว่าไรฝุ่นสายพันธุ์ที่ก่อโรคภูมิแพ้ในคนไทยมากที่สุดคือ *D. pteronyssinus* และ *D. farinae* และพบว่าในบ้านเรือนคนไทย 90 เปอร์เซ็นต์ มีสารก่อภูมิแพ้ชนิด *Der p* 1 , *Der f* 1 สูงเกินระดับมาตรฐานสากล (>2 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม) และ 85 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ป่วย อาศัยอยู่ในสภาพที่มีความเสี่ยง คือพบสารก่อภูมิแพ้ไรฝุ่นสูงกว่า 10 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม ซึ่งเป็นระดับที่สามารถกระตุ้นให้ผู้ป่วยเกิดอาการหอบอย่างเฉียบพลันได้

สารก่อภูมิแพ้มี 13 กลุ่ม แต่สารหลักที่ทำให้เกิดการแพ้มี 2 กลุ่ม คือ group 1 allergen และ group 2 allergen สำหรับ group 1 allergen เป็น cystine proteases เช่น *Der p* 1, *Der f* 1 ละลายน้ำได้ดี และสลายตัวง่ายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส group 2 allergen มีคุณสมบัติเป็น N-termonol amino acid sequences ที่ทนความร้อนและสารเคมีได้ดี เช่น *Der p* 2 , *Der f* 2 เป็นต้น group 3 allergens มีคุณสมบัติเป็น seriene proteases และ group 4 allergens มีคุณสมบัติ เป็น amylase (Platts–Mills and Chapman, 1987) จากการสำรวจฝุ่นในบ้านเรือนในประเทศไทย พบว่าปริมาณของ group 1 allergen เฉลี่ย 11 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม และในกรุงเทพ พบปริมาณของ group 1 allergen เฉลี่ย 5 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม (Vichyanond, 2002) ในการลดสารก่อภูมิแพ้ในบ้านเรือน โดยการลดจำนวนประชากรของไรที่มีชีวิต เพื่อลดระดับสารก่อภูมิแพ้ และลดการที่เราได้รับสารก่อภูมิแพ้

การใช้สารจากธรรมชาติในการควบคุมและกำจัดไรต่าง ๆ

การหลีกเลี่ยงไรฝุ่น จะทำให้การแพ้ลดลง ดังนั้นจึงได้มีการหาวิธีกำจัดไรฝุ่นออกจากบ้านเรือนของตน วิธีที่ง่ายและสะดวกคือการใช้สารเคมีเพื่อฉีดฆ่าไรฝุ่น แต่มีปัญหาเรื่องผลของสารเคมีตกค้าง จึงมีประชาชนจำนวนมากไม่กล้าใช้สารเคมีฉีดเพื่อฆ่าไรฝุ่นบนเฟอร์นิเจอร์ของตน โดยเฉพาะบนที่นอน เพราะเกรงจะได้รับอันตรายจากสารเคมี จึงได้มีการหาสารกำจัดไรฝุ่นจากธรรมชาติ เพราะจะทำให้ผู้ใช้เชื่อมั่นถึงความปลอดภัยต่อตนเองได้

ในการศึกษาและนำสารสกัดจากพืชมาใช้ในการควบคุมไรฝุ่น โดย Kim *et al.* (2004) ศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากรากของ *Paeonia suffruticosa* กับไรฝุ่น *D. pteronyssius* และ *D. farinae* ด้วยวิธีการสัมผัสและวิธีการรมควัน เปรียบเทียบกับการทดลองควบคุมโดยใช้ benzyl benzoate, dibutyl phthalate และ DEET พบว่าสารประกอบที่อยู่ในรากของ *P. suffruticosa* คือ paeonol และ benzoic acid ต่อไร *D. pteronyssius* พบว่า paeonol และ benzoic acid มีค่า LD_{50} เท่ากับ 7.08 และ 7.22 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร benzyl benzoate มีค่า LD_{50} เท่ากับ 7.14 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่ dibutyl phthalate และ DEET มีผลน้อยมากกับไร *D. pteronyssius* กับไร *D. farinae* พบว่า paeonol และ benzoic acid มีค่า LD_{50} เท่ากับ 7.82 และ 6.58 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่ benzyl benzoate, dibutyl phthalate และ DEET มีค่า LD_{50} 7.72, 33.92 และ 36.34 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในวิธีการรมควัน พบว่า paeonol และ benzoic acid มีประสิทธิภาพดีมากเมื่อทดลองในภาชนะปิดมิดชิด

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมัน hiba wood oil, *Thujopsis dolabrata* variety hondae ซึ่งเป็นพืชที่มีผลต่อไรฝุ่น *D. pteronyssius* โดยนำไปผสมกับ culture medium 3 ชนิดคือ animal food, dry yeast และ sawdust พบว่า hiba wood oil มีเปอร์เซ็นต์ในการขับไล่ไรฝุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยองค์ประกอบของน้ำมันที่มีผลต่อไร 2 ชนิด คือ cedrol และ thujopsene (Miyazaki, 1996)

การทดสอบประสิทธิภาพของ essential oil และองค์ประกอบของ Hayata heartwood, *Taiwania cryptomerioides* กับไรฝุ่น *D. pteronyssius* และ *D. farinae* พบว่า ที่ความเข้มข้น 12.6 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร essential oil ทำให้ ไรฝุ่น *D. pteronissius* ตาย 67 เปอร์เซ็นต์ และ *D. farinae* ตาย 36.7 เปอร์เซ็นต์ โดยอนุพันธ์ของสารที่มีคุณสมบัติในการฆ่าไรฝุ่นได้แก่ alpha-cadinol, T-muurolol, ferruginol และ T-cadinol โดย alpha-cadinol มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 6.3 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร กับไรฝุ่นทั้งสองชนิด (Chang *et al.*, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าไรจากเหง้า *Cnidium officinale* กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ด้วยวิธีการสัมผัสและรมควัน เปรียบเทียบกับการทดลองควบคุมโดยใช้ benzyl benzoate และ DEET พบว่าองค์ประกอบที่อยู่ในเหง้าของ *C. officinale* คือ butylidenephthalide ซึ่งมีค่า LD_{50} เท่ากับ 6.46 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่ benzyl benzoate และ DEET มีค่า LD_{50} เท่ากับ 6.68 และ 17.98 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และวิธีรมควันพบว่า butylidenephthalide ที่ความเข้มข้น 12.7 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีประสิทธิภาพดีมากคือ มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบในภาชนะที่ปิดมิดชิด แต่เมื่อทดสอบในภาชนะเปิดมีอัตราการตายเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (Kwon and Ahn, 2002) ขณะที่ Enomoto *et al.* (1999) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของต้น red cedar และ oil ของมันพบว่า มีประสิทธิภาพดีในการฆ่าและป้องกันไรฝุ่น

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากพืช *Uvaria klaineana, U. mocoli* และ *U. versicolor* กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* พบว่า crude extract จากลำต้นของ *U. versicolor* ซึ่งสกัดด้วย methanol และ hexane มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.095 และ 0.12 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อนำ hexane extract มาสกัดเพื่อแยกองค์ประกอบ พบสารกลุ่ม flavanone ชนิดใหม่คือ versuvanone และ oxoaporphine liriodenine ซึ่งมีค่า EC_{50} มากกว่า 1.5 และ 1.5 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจาก *U. klaineana* ที่สกัดด้วย dichlormethane มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.85 กรัมต่อตารางเมตร และ *U. mocoli* ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไร (Akendengue *et al.*, 2003)

สำหรับการศึกษาผลของสารสกัดจากพืชธรรมชาติที่มีผลต่อไรชนิดอื่นที่น่าสนใจ ได้แก่ Insung (1995) ทำการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพสารสกัด ethanal ของดีปรี (*Piper retrofractum*) ที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ต่อ mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) พบว่า มีผลในการลดจำนวนไข่ ตัวอ่อนระยะวัยรุ่น และตัวเต็มวัย ในอัตรา 92, 98.8, 98.9 และ 79.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการทดลองของ Tak *et al.* (2006) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าไรจากรากของ *Paeonia suffruticosa* กับไร *T. putrescentiae* ด้วยวิธีการสัมผัส เปรียบเทียบกับ benzyl benzoate, dibutyl phthalate และ DEET พบว่าสารประกอบที่อยู่ในรากของ *P. suffruticosa* คือ paeonol และ benzoic acid มีค่า LD_{50} เท่ากับ 5.29 และ 4.80 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่ benzyl benzoate, dibutyl phthalate และ DEET มีค่า LD_{50} เท่ากับ 4.46, 25.23 และ 30.03 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากน้ำมันหอมระเหยของกานพลู (*Eugenia caryophyllata*) กับไร *Tyrophagus putrescentiae* ด้วยวิธีการสัมผัส เปรียบเทียบกับการทดลองควบคุมโดยใช้ benzyl benzoate พบว่าสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย acetyleugenol, beta – caryophyllene, eugenol, alpha–humulene, isoeugenol และ methyleugenol โดย methyleugenol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไร *T. putrescentiae* มากที่สุดคือมีค่า LD_{50} เท่ากับ 1.18 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ isoeugenol, beta–caryophyllene, eugenol, alpha–humulene และ acetyleugenol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 8.21, 11.77, 12.11, 12.90 และ 28.76 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ benzyl benzoate LD_{50} เท่ากับ 8.85 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Kim *et al.*, 2003)

การทดสอบประสิทธิภาพของสาร coumarin และ gallic acids กับไรสองจุด *Tetranychus urticae* ซึ่งเป็นไรศัตรูพืชพบว่า เมื่อพ่นสาร ทั้งสองนี้ลงบนใบพืชที่มีความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อให้เกิดการตาย 83 และ 79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังลดอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนให้เหลือเพียง 73 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Reda *et al.*, 1986)

น้ำมันหอมละเหยที่สกัดจากดอกและใบของกานพลู (*Eugenia caryophyllata*) มีผลต่อการฆ่าไข่และเหาตัวเต็มวัยได้ดีมาก และดีกว่าสารเคมีกำจัดแมลงที่นำมากำจัดเหาทั่วๆ ไป เช่น delta–phenoyhin และ pyrethrum นั่นเป็นเพราะน้ำมันจากกานพลูประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ acetyl eugenal, beta-caryophyllene eugenal, alpha–humalene methyl salicy late และ eugenal ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้มีผลในการฆ่าทั้งไข่และตัวเต็มวัยของเหาได้ผลดี (Yang *et al.*, 2003)

การทดสอบประสิทธิภาพของ essential oils จากก้าน *Pinus pinea, P. halepensis, P. pinaster* และ *P. nigra* กับไรในโรงเก็บ (*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)) พบว่า essential oils จากพืชทุกชนิดมีประสิทธิภาพดี โดยเฉพาะ essential oils จาก *P. pinea* และองค์ประกอบอีก 2 ชนิดคือ 1, 8-cineole และ limonene ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ 1, 8-cineole และ limonene มีความเข้มข้น 6 และ 8 ไมโครกรัม ตามลำดับ (Macchioni *et al.*, 2002)

น้ำมันที่สกัดมาจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus globulus*) ซึ่งประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ monoterpenoids (1, 8–cineole, 1–phelladrene, (-)alpha–pinene, 2–beta-pine, tran–pinocar–veol, gamma–terpinene, geranyl acetate และ terpenoids (beta–eudesmol, geranyl acetate) ซึ่งสารออกฤทธิ์เหล่านี้มีผลในการฆ่าไข่และตัวเต็มวัยของเหาได้ผลดีมาก (Yang *et al.*, 2004)

การ ทดสอบประสิทธิภาพของต้น yew, *Taxus cuspidata* และ *T. media* var *hicksii* กับไรสองจุด (*Tetranychus urticae*) โดยการจุ่มหนามซึ่งมีสาร paclitaxel เป็นองค์ประกอบลงในน้ำที่มีอุณหภูมิ 96, 60 และ 40 องศาเซลเซียส นาน 5 วินาที พบว่า *T. cuspidata* มีความเข้มข้นของ paclitaxel มากกว่า *T. media* 4 เท่า โดย paclitaxel ที่ความเข้มข้นสูงจะมีพิษต่อไรสองจุดมากขึ้น และทำให้มีอัตราการตายเพิ่มมากขึ้นอีกกว่า 150 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ *T. cuspidata* ยังทำให้อัตราการสืบพันธุ์ลดลงมากกว่า 10 เท่าด้วย (Furmanowa *et al.*, 2002)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเมทานอลจากผลอ่อนของพริกไทยดำ และพริกไทยเบา (*Piper nigrum*) กับไรเหลืองส้ม (*Eotetranychus cendanai*) พบว่าสาร caryophyllene oxide มีฤทธิ์ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 11.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ caryophyllene และ piperine ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 22 และ 36.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสารประกอบของ volatile oil ที่ได้จากพริกไทยเบาและพริกไทยดำพบว่า พริกไทยเบาจะมี caryophyllene oxide ซึ่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ฤทธิ์และมีศักยภาพในการฆ่าไรเหลืองส้มได้ดีกว่า caryophyllene oxide จากพริกไทยดำ โดยน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยเบามีค่า LC_{50} เท่ากับ 23.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Sornlek, 2001)

สาหร่ายและความเป็นไปได้ในการใช้กำจัดไรฝุ่น

ความเหมาะสมของสาหร่ายในการนำมาใช้กำจัดไรฝุ่น

สาหร่ายมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เนื่องจากสาหร่ายมีอยู่มากมายในธรรมชาติ โดยมีหลักฐานพบว่าการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนโลกนั้น เกิดจากสาหร่ายถึง 90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การเก็บสาหร่ายจากธรรมชาติมาเป็นอาหารหรือนำมาสกัดผลผลิตต่าง ๆ มีมากเกิน 3 ล้านตันต่อปี โดยพบว่าผลผลิตที่มีอยู่ตามธรรมชาติมีปริมาณให้เก็บเกี่ยวได้ สำหรับสาหร่ายสีแดงมีประมาณ 2.6 ล้านตัน และ สาหร่ายสีน้ำตาลมีสูงถึงประมาณ 16 ล้านตัน (Schiewer and Volesky, 2000)

สาหร่ายหลายชนิดมีต้นทุนในการเพาะเลี้ยงและเก็บเกี่ยวต่ำ โดยสาหร่ายขนาดเล็กบางชนิดสามารถเก็บจากธรรมชาติและนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องทำการเพาะเลี้ยงเอง เช่นสาหร่ายกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis*, *Oscillatoria* ซึ่งเป็นชนิดที่พบว่ามีการบลูมในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม หรือในแหล่งน้ำธรรมชาติได้บ่อยและมีปริมาณมาก สามารถใช้ถุงกรองหรือผ้ากรองขนาดช่องตาไม่เกิน 60 ไมครอนเก็บได้ นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายสีเขียวเช่น *Spirogyra*, *Cladophora* และ *Microspora* ที่พบได้ตามแหล่งน้ำ แม่น้ำธรรมชาติ มีขนาดใหญ่สามารถใช้มือเก็บได้ ซึ่งสาหร่ายที่เก็บได้เองจากธรรมชาติย่อมมีต้นทุนต่ำ มีเฉพาะค่าเดินทางในการเก็บและการนำกลับมาตากแห้ง เพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

สำหรับสาหร่ายขนาดใหญ่จะพบในทะเลปริมาณมาก โดยเฉพาะกลุ่มสาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Sargassum*, *Padina* สาหร่ายสีแดง *Gracilaria* สาหร่ายสีเขียว *Caulerpa* ซึ่งสาหร่ายเหล่านี้จะถูกพัดพาขึ้นมาโดยคลื่นมาติดบริเวณชายหาดเป็นปริมาณมาก โดยเฉพาะเมื่อถึงฤดูกาลที่สาหร่ายเหล่านี้เจริญเติบโตสูงสุด โดยพบว่าในบางสถานที่ โดยเฉพาะแหล่งท่องเที่ยว สาหร่ายเหล่านี้บดบังทัศนียภาพที่งดงามที่ชายหาด จนต้องมีการกำจัดทิ้ง ต้องเสียค่าแรงงานในการเก็บ ค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่นการกำจัดสาหร่าย *Gracilaria* ออกจากชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี เป็นต้น ซึ่งสาหร่ายเหล่านี้สามารถเก็บมาใช้ประโยชน์ได้

นอกจากนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ยังได้มีการเพาะเลี้ยงไว้ในบ่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสัตว์น้ำเพื่อช่วยในการบำบัดน้ำ ซึ่งไม่มีต้นทุนเรื่องสารเคมีเพราะใช้ธาตุอาหารจากน้ำที่ระบายออกมาจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่นสาหร่ายสีเขียว *Ulva*, *Caulerpa*, *Chaetomorpha*, *Rhizoclonium*, *Cladophora*, *Enteromorpha* สาหร่ายสีแดง *Acanthophora*, *Gracilaria* เป็นต้น โดยสาหร่ายเหล่านี้เมื่อใช้บำบัดน้ำเสียผ่านไปสักระยะหนึ่งจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นมีปริมาณมากจนเกินความต้องการ เพราะสารอาหารที่มากทำให้สาหร่ายเติบโตได้ดี จนหนาแน่นเกินไป เกิดการบังแสงแดดที่ส่องลงพื้นท้องน้ำ และบดบังแสงแดดระหว่างกันเอง ซึ่งจะทำให้สาหร่ายบางส่วนตายและเน่าเสียในบ่อได้ ดังนั้นเมื่อสาหร่ายมีมากเกินจะต้องทำการกำจัดจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจึงนำสาหร่ายเหล่านี้มาใช้ได้ต่อไป โดยไม่ต้องมีต้นทุนในการเพาะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
115207

ความเป็นไปได้ของการใช้สาหร่ายในการใช้กำจัดไรฝุ่น

ได้มีการนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายมาใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งในด้านเป็นปุ๋ย ใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืชบก ใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส หรือ ฟังไจ ซึ่งแนวทางในการนำสารสกัดจากสาหร่ายมาใช้ในปัจจุบันที่ได้รับความสนใจมากคือการใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชและกำจัดแมลง เพราะจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้

ได้มีรายงานถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายที่ทำหน้าที่ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพืช อาจจัดว่าเป็นสารที่ทำหน้าที่คล้ายสารกำจัดสาหร่าย (algicide) หรือสารกำจัดพืช (herbicide) ในสาหร่ายหลายกลุ่มเช่น สารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis aeruginosa, Oscillatoria jasorvensis, Phormidium angustissimum,* จากสาหร่ายสีแดง *Gracilaria,* จากสาหร่ายสีน้ำตาล *Sargassum, Padina* และจากสาหร่ายสีเขียว *Microspora* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดเมล็ดผักกาดกวางตุ้ง (ตัวแทนพืชใบเลี้ยงคู่) เมล็ดข้าวพันธุ์นครศรีธรรมราช (ตัวแทนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว) หญ้ารังนก (ตัวแทนวัชพืช) ได้ดี (สุนีรัตน์ และ จำรูญ, 2548)

ส่วนสารที่ปล่อยจากไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc* และ *Nodularia harveyana* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรียชนิดอื่นและยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียอื่น ๆ ได้อีกด้วย (Juttner et al., 2001; Volk and Furkert, Inpress) สารที่ปล่อยจาก *Nodularia apumigena, Aphanizomenon floa-aquae, Anabaena lemmermannii* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไดอะตอมและไดโนแฟลเจลเลตได้ (Suikkanen et al., 2004) สารที่ปล่อยจากสาหร่ายสีแดง *Neodilsea yendoana* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียว *Monostroma* (Suzuki et al., 1996) สารสกัดจาก *Lithophyllum* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไดโนแฟลเจลเลตและการปล่อยสปอร์ของ *Laminaria* (Suzuki et al., 1998) สารที่ปล่อยจากสาหร่ายสีเขียว *Ulva pertusa* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลเจลเลต (Jin and Dong, 2003) และต่อแพลงก์ตอนพืช *Heterosigma* ได้ (Nan et al., 2004)

นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยในการเลี้ยงสาหร่ายยังส่งผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่นการเลี้ยง *Prymnesium parvum* ภายใต้การขาดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จะทำให้สาหร่ายชนิดนี้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มสูงขึ้น (Greneli and Johansson, 2003)

สำหรับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์กำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืชเช่น ไซยาโนแบคทีเรีย *Hapalosiphon* sp. TISTR8252 มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี และสารสกัดเหล่านี้ยังมีความคงตัวต่อความเป็นกรด เบส และอุณหภูมิในช่วงกว้าง ทนทานต่อแสงแดดและรังสีอัลตราไวโอเลต ได้ดีกว่าสารสกัดจากสะเดาอีกด้วย (อาภารัตน์, 2548)

ซึ่งจากรายงานการวิจัยต่าง ๆ ถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีในสาหร่ายจึงมีความเป็นไปได้ที่สารสกัดจากสาหร่ายจะสามารถนำมาใช้ควบคุมและกำจัดไรฝุ่นได้ ซึ่งจากการศึกษาขั้นต้นพบว่าสารสกัดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีน้ำตาล และไซยาโนแบคทีเรีย บางชนิด สามารถกำจัดไรฝุ่นได้ดี (สุนีรัตน์, ข้อมูลการทดลองขั้นต้น ยังไม่ตีพิมพ์)

ซึ่งการเลือกใช้สาหร่ายมีข้อดีกว่าพืชชั้นสูงคือ การผลิตสาหร่ายจะใช้พื้นที่น้อยและระยะเวลาในการผลิตสั้นกว่าพืช สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมและเลือกรูปแบบที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงได้ เช่น การเลี้ยงในถังหมัก การเลี้ยงในอ่าง นอกจากนี้อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงยังมีราคาถูกและมี จุลินทรีย์อื่นปนเปื้อนยาก เนื่องจากเป็นสารละลายของสารอนินทรีย์ที่ความเข้มข้นต่ำ หากเป็นพืชส่วนต่าง ๆ ของลำต้นจะให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ไม่เท่ากัน แต่สาหร่ายไม่มีการแบ่งส่วนเป็นลำต้น ราก ใบ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทุกส่วนจึงเท่ากัน นอกจากนี้หากทราบสภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงสาหร่ายที่ทำให้มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงแล้ว ยังสามารถควบคุมปัจจัยเหล่านี้ในการเลี้ยงสาหร่ายให้คงที่ได้ แต่ในพืชจะทำได้ยาก เนื่องจากเป็นแปลงปลูกที่เปิด

แม้สารสกัดจากพืชและสาหร่ายจะมีข้อดีเรื่องความปลอดภัย แต่ข้อเสียของสารสกัดเหล่านี้คือ มักไม่มีความแน่นอนของปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมในการเจริญเติบโตทั้งทางด้านกายภาพและด้านเคมี อายุของพืชหรือสาหร่าย นอกจากนี้ความคงตัวของสารสกัดยังมีความคงตัวน้อยเมื่อเทียบกับสารเคมี (สุนีรัตน์ และ จำรูญ, 2549) ซึ่งปัญหานี้ในสาหร่ายสามารถแก้ไขได้โดยการควบคุมปัจจัยในการเพาะเลี้ยง และการหาชนิดของสารละลายในการสกัดที่เหมาะสมและสภาวะในการเก็บที่เหมาะสม จะทำให้แก้ไขปัญหาความไม่คงตัวของสารสกัดได้

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดสาหร่ายที่มีความสามารถในการกำจัดไรฝุ่นได้สูง และหาปัจจัยในการเลี้ยงที่สามารถเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่กำจัดไรฝุ่น รวมทั้งหาประเภทตัวทำละลายและสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารสกัดจากสาหร่ายเพื่อให้สารออกฤทธิ์คงอยู่ได้นานที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการนำสาหร่ายที่มีปริมาณมากตามธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการหาสารในการกำจัดไรฝุ่น ที่ไม่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้ และต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Eppendorf Centrifuge 5804R; Eppendorf® , USA)
2. เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Eppendorf Centrifuge 5417R; Eppendorf® , USA)
3. เครื่องชั่งอิเล็กโทรนิค (Sartorius; Scientific Promotion® , Germany)
4. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ (HEV-25/50; Hirayama® , Japan)
5. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
6. สาหร่าย 15 สกุล คือ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (food grade), *S. platensis* (animal feed), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *Caulerpa* sp., *Cladophora* sp., *Ulva intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp.
7. อาหารเลี้ยงไรฝุ่น (อาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี และยีสต์)
8. ขวดเลี้ยงไรฝุ่น (mite bottle)
9. ตู้ควบคุมความชื้น (mite chamber)
10. พู่กันเบอร์ 0
11. ตู้อบความร้อน (Hot air oven รุ่น 1350FX, SHEL-LAB®)
12. เครื่องแก้วต่างๆ
13. ขวดโหลแก้วขนาด 10 L
14. หัวทราย
15. magnetic stirrer และ magnetic bar
16. น้ำกลั่น
17. เครื่องกลั่นระเหยสาร (Rotary evaporator)
18. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ
19. เครื่องกรองสุญญากาศ (suction pump)
20. ขวดรูปชมพู่ 120 มิลลิลิตร
21. ไมโครไปเปต

วิธีการ

1. การเตรียมสาหร่าย

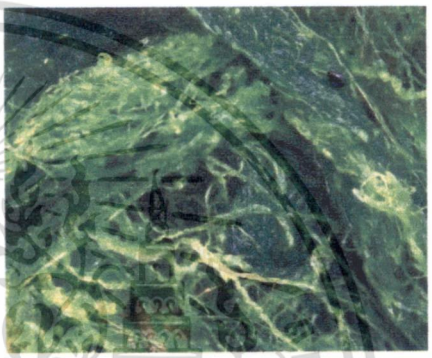
ดำเนินการเก็บตัวอย่างสาหร่ายขนาดใหญ่จากธรรมชาติ และฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเลือกชนิดสาหร่ายที่มีรายงานของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไว้แล้ว (Akendengua et al., 2003) เก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

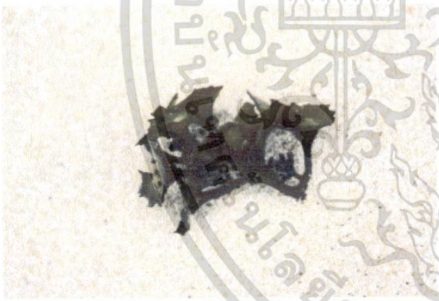
สาหร่าย ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp. และ *Dictyota* sp. โดยเก็บมาจากอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี *Padina* sp. จากจังหวัดตราด *Enteromorpha* sp.และ *Ulva* sp. จากจังหวัดตราด และ *Gracilaria* sp เก็บมาจากจังหวัดสมุทรสงคราม นำสาหร่ายที่ได้มาตากแดดให้แห้งและอบที่อุณหภูมิ 60°C ประมาณ 1 ชั่วโมง นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะนำมาสกัด

ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยเพาะขยายจากหัวเชื้อให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยใช้อาหารเลี้ยงสาหร่ายสูตร BG-11 (เพ็ญประภา และคณะ, 2550; ยุวดี, 2549)เมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตเต็มที่ก็ทำการกรองเก็บสาหร่ายด้วยถุงกรองสาหร่าย หลังจากนั้นนำสาหร่ายที่ได้จากการกรองไปอบให้แห้งในเตาอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 5 วันเพื่อให้สาหร่ายแห้ง นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วมาบดละเอียดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะนำมาสกัด

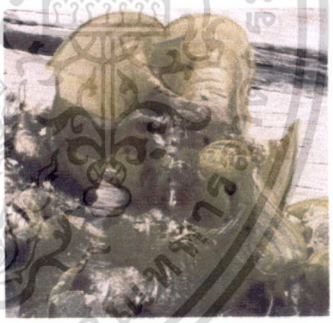
Ulva rigida sp.



Ulva intestinalis



Turbinaria sp.



Padina sp.

Sargassum sp.

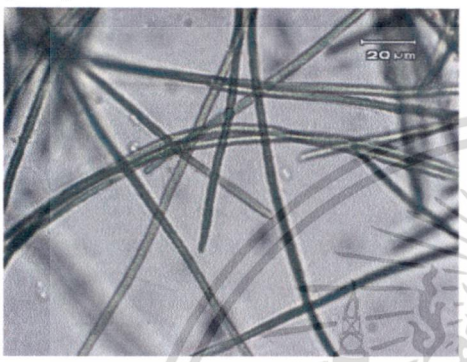
Gracilaria sp

ภาพที่ 2 สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการศึกษาสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งไรฝุ่น

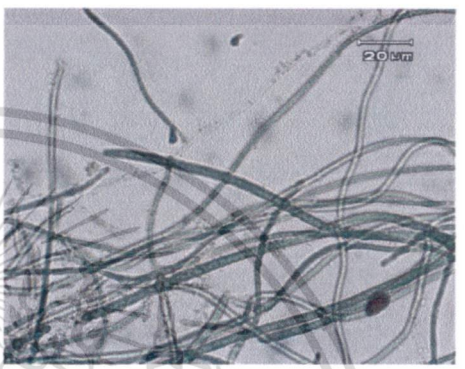
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก

ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยเพาะขยายจากหัวเชื้อให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยใช้อาหารเลี้ยงสาหร่ายสูตร BG-11 (เพ็ญประภา และคณะ, 2550; ยุวดี, 2549)เมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตเต็มที่ก็ทำการกรองเก็บสาหร่ายด้วยถุงกรองสาหร่าย หลังจากนั้นนำสาหร่ายที่ได้จากการกรองไปอบให้แห้งในเตาอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 5 วันเพื่อให้สาหร่ายแห้ง นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วมาบดละเอียดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะนำมาสกัด

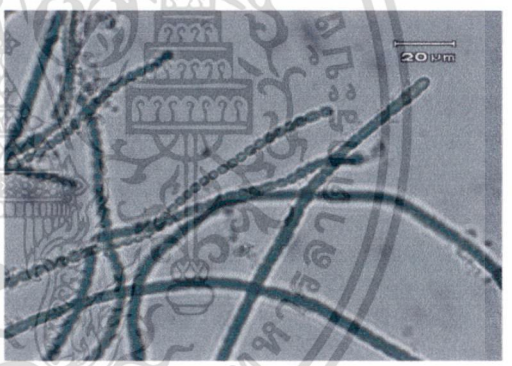


Oscillatoria sp.



Phormidium sp.

Spirulina sp.



Fischerella sp.

Mastigocladopsis sp.

ภาพที่ 3 สาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งไรฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเพาะเลี้ยงไรฝุ่น

ไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ที่ใช้ในการทดลอง ได้จากการเลี้ยงในขวดเลี้ยงไรฝุ่น (mite bottle) ซึ่งอากาศถ่ายเทสะดวกและป้องกันการเล็ดลอดของไรฝุ่นได้ดี เก็บขวดเลี้ยงไรฝุ่นไว้ในตู้ควบคุมความชื้น (mite chamber) ซึ่งมีถาดพลาสติกใส่สารละลายอิ่มตัวของ KCl เพื่อรักษาความชื้นภายในตู้และป้องกันการหลบหนีของไรฝุ่นออกนอกตู้ ทำการเปิดตู้นาน 30 นาทีทุก 1-2 วัน เพื่อให้อากาศภายในตู้ถ่ายเท โดยอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงไรฝุ่นคือ 25±1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์คือ 86±1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงคือ อาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี (wheat germ) และยีสต์ในอัตราส่วน 1 : 1 : 0.25 กรัม ตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Insung and Boczek. 1995)

3. การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย

นำสาหร่ายที่ต้องการทดสอบตัดหรือบดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยใช้ตัวทำละลาย คือ methanol (มีขั้ว), dichloromethane (กึ่งมีขั้ว) และ hexane (ไม่มีขั้ว) โดย เติม methanol 1000 ml ในสาหร่ายบดละเอียด 200 g ต้มที่อุณหภูมิ 50°C โดยตั้งบนเครื่อง magnetic stirrer ให้หมุนตลอดเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองเอาส่วนของสารสกัดออกมาด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ (suction pump) นำสาหร่ายส่วนกากไปผึ่งให้แห้งจากนั้นนำไปสกัดต่อด้วยสารตัวต่อไปคือ hexane และ dichloromethane ด้วยวิธีการเดิม นำสารสกัดที่ได้มากลั่นระเหยเอาส่วนของสารเคมีออกจากสารสกัดด้วยเครื่อง evaporator หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อใช้ในการทดสอบไรฝุ่นต่อไป

4. การศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น

โดยเริ่มทำการเลี้ยงไรฝุ่นที่แข็งแรงไว้สำหรับทำการทดสอบโดย มีวิธีการเลี้ยงไรฝุ่น คือไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ที่ใช้ในการศึกษา เลี้ยงในขวดเลี้ยงไรฝุ่น (mite bottom) ซึ่งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและป้องกันการเล็ดลอดของไรฝุ่นได้ดี เก็บขวดเลี้ยงไรฝุ่นไว้ในตู้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ (mite chamber) ซึ่งมีถาดพลาสติกใส่น้ำกลั่นผสม KCl อิ่มตัว เพื่อรักษาความชื้นภายในตู้และป้องกันการหลบหนีของไรฝุ่นออกนอกตู้ ทำการเปิดตู้นาน 30 นาทีทุกหนึ่งหรือสองวัน เพื่อให้อากาศภายในตู้ถ่ายเท โดยเลี้ยงไรฝุ่นที่อุณหภูมิ 25±1°C และความชื้นสัมพัทธ์ 86±1% อาหารที่ใช้เลี้ยงคืออาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี (wheat germ) และยีสต์ในอัตราส่วน 1:1:0.25 g ตามลำดับ

และทำการ ทดสอบคุณสมบัติของการฆ่าไรฝุ่นโดยการสัมผัสในเบื้องต้น โดยนำสารสกัดหยาบมาละลายใน ethanol (มีขั้ว) 95% (เนื่องจาก ethanol ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและไรฝุ่น) ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1 และ 1 % (0.32, 3.2 และ 32 $\mu g/cm^2$) แล้วเคลือบสารสกัด 15 µl ในกรงทดสอบไรฝุ่น (mite cage) ขนาด 4.7 cm^2 ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้พู่กัน 1 เส้นขน สุ่มเขี่ยตัวเต็มวัยของไรฝุ่นเพื่อให้ได้ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 10 ตัว ใส่ลงในกรงทดสอบไรฝุ่น หลังจากนั้นปิดกรงทดสอบไรฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองด้านด้วยผ้ากรองเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองด้วย ethanol 95% ในแต่ละการทดลองจะทำการทดสอบ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว บันทึกผลการทดลองโดยการนับจำนวนไรฝุ่นที่ตายที่ 24 ชั่วโมง (จรงค์ศักดิ์, 2550; อำมร และคณะ, 2547)

ตรวจลักษณะการตายของไรฝุ่นภายใต้กล้อง stereo microscope โดยการใช้ปลายพู่กันเขี่ยบริเวณลำตัว เพื่อดูการตอบสนองของไรฝุ่น คือ ไรฝุ่นมีชีวิต (sign of motility) จะแสดงการตอบสนองหรือเคลื่อนไหว โดยสามารถเดินได้อย่างน้อยเท่ากับความยาวของลำตัว (Knight et al.,1990) ขณะที่ไรฝุ่นไม่มีชีวิต จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สีสัน เช่น ลำตัวแบน ขาหงิกงอ ไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น หรือขยับขาได้แต่ไม่สามารถเดินได้ภายหลังการสัมผัส (Welty et al., 1988) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่นตาม Abbott's formula (Abbott, 1925)

เนื่องจากจำนวนตัวเป็น (ไรฝุ่นมีชีวิต) และจำนวนตัวตายของไรฝุ่นที่ใช้ในการศึกษามีผลในการบอกความถูกต้องแม่นยำของประสิทธิภาพในการฆ่าไรของสมุนไพรที่ใช้ ดังนั้นการอ่านผลเพื่อแยกตัวเป็น–ตัวตาย ของไรฝุ่นจึงมีความสำคัญมากในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดการอ่านผลดังกล่าวไว้ดังนี้

1. การอ่านผล ทำหลังจาก 24 ชั่วโมงของการทดสอบ
2. ไรฝุ่นมีชีวิต (live mite) หมายถึง ตัวไรฝุ่นที่สามารถตอบสนองต่อการกระตุ้นด้วยการสัมผัส เช่น เคลื่อนไหวได้ แม้รูปร่างของไรอาจจะเปลี่ยนแปลงไป โดยไรสามารถเดินได้อย่างน้อยเท่ากับความยาวของลำตัว
3. ไรฝุ่นไม่มีชีวิต (dead mite) หมายถึง ไรที่ไม่เคลื่อนที่ หรือตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และสีของลำตัวเช่น ลำตัวแบน ขาหงิกงอ ลำตัวด้านข้างมีจุดดำคล้ำ ไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น หรือขยับขาได้ แต่ไม่สามารถเดินได้ภายหลังการสัมผัส (Welty *et al.* 1988)

5. การจัดลำดับประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่น (acaricidal activity) ของสารสกัดจากสาหร่าย

แบ่งกลุ่มประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น (acaricidal activity) ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรตามอัตราการตายที่เกิดขึ้นได้ 4 กลุ่ม คือ (ดัดแปลงจาก พรพิมล 2547)

1. กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นสูง โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นระหว่าง 91-100 เปอร์เซ็นต์ (high: H)
2. กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นปานกลาง โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นระหว่าง 51-90 เปอร์เซ็นต์ (moderate: M)
3. กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นต่ำ โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นระหว่าง 11-50 เปอร์เซ็นต์ (low: L)
4. กลุ่มที่ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นระหว่าง 0-10 เปอร์เซ็นต์ (no effect: N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่นโดยสารสกัดจากสาหร่าย

คัดเลือกสารสกัดจากสาหร่ายที่มีฤทธิ์ในการกำจัดไรฝุ่นได้ดี มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการฟักไข่ของไรฝุ่น ทำการทดลองโดย

1. เตรียมสารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 1, 0.1 และ 0.001%
2. เตรียมไข่ไรฝุ่นโดยใช้พู่กัน 1 เส้น เขี่ยไข่จำนวน 5 ฟอง ใส่ในกรงทดสอบไรฝุ่น (mite cage) ซึ่งมีขนาด กว้างxยาวxสูง 3x5x0.45 ซม.
3. หยดสารสกัด 12 µl ลงในกรงทดสอบไรฝุ่น (mite cage) ซึ่งมีไข่ไรฝุ่นโดยหยดสารสกัดผ่านไข่ลงไปหลังจากนั้นปิดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และตรวจนับอัตราการตาย 3 วัน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1. การหาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย

วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

7.2. การหาค่า LC_{50}

จากข้อมูลขั้นต้น ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากสาหร่ายที่มีประสิทธิภาพสูงและละลายในตัวทำละลายที่มีผลต่อไรฝุ่นในความเข้มข้นต่างๆ กัน ด้วยวิธีการข้างต้น คำนวณค่า LC_{50} ด้วยโปรแกรม SPSS Probit Analysis

สถานที่ทำการทดลอง หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
และ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1 ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

1.1.ปริมาณสารสกัดหยาบ (crude extract) จากสาหร่าย

ปริมาณสารสกัดหยาบ (crude extract) จากสาหร่ายแห้งทั้ง 13 สกุล ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina* sp., *Spirulina platensis*, *Caulerpa* sp., *Cladophora* sp., *Enteromorpha* sp. *Ulva* sp., *Gracilaria* sp. และ *Acantophora* sp.ที่สกัดด้วยตัวทำละลายคือ methanol, hexane และ dichloromethane พบว่าสาหร่าย *Dictyota* sp.ที่สกัดด้วย methanol ให้ปริมาณของสารสกัดหยาบมากที่สุด คือ 17.68 g และ methanol เป็นตัวทำละลายที่ให้ปริมาณสารสกัดหยาบในสาหร่ายทุกชนิดสูงที่สุด (ตารางที่ 1)

1.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจาก methanol ต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 15 สกุล ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *C. lentillifera*, *Cladophora* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp. ที่สกัดด้วย methanol โดยวิธีการสัมผัส ที่ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) โดยพบว่าในสาหร่ายทุกชนิดสารสกัดที่ความเข้มข้น 1% (32 $\mu g/cm^2$) มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นได้สูงที่สุดโดยแตกต่างกับที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.01% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพสูงโดยสามารถฆ่าไรฝุ่นได้มากกว่า 70% คือสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (food grade), *S. platensis* (animal feed) และ *U. intestinalis* ที่สกัดด้วย methanol สามารถฆ่าไรตาย 83.9±2.4, 70.0±2.2, 99.0±1.0, 98.0±1.3, 85.8±4.0, 90.3±3.5 และ 86.1±1.8% ตามลำดับ ซึ่งอัตราการตายของไรฝุ่นจากสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Oscillatoria* sp. มีประสิทธิภาพสูงสุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Phormidium* sp. และ *S. platensis* (animal feed) กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นปานกลางโดยสามารถฆ่าไรฝุ่นได้ 50-69% คือสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Fischerella* sp., *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *Padina* sp. และ *Acanthophora* sp. โดยสามารถฆ่าไรตาย 58.0±2.1, 67.0±3.3, 65.5±2.5, 53.0±4.5 และ 63.6±3.2% ตามลำดับ และกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นต่ำคือสามารถฆ่าไรฝุ่นได้ต่ำกว่า 50% ได้แก่สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Turbinaria* sp., *Gracilaria* sp., *U. rigida* , *Cladophora* sp. และ *C. lentillifera* โดยสามารถฆ่าไรตาย 19.7±3.5, 40.6±4.3, 47.6±5.6, 35.0±3.7 และ 45.7±3.2% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Turbinaria* sp. ที่ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1% มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นต่ำที่สุดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารสกัดหยาบจากสาหร่ายอื่นๆ

ตารางที่ 1 ปริมาณสารสกัดหยาบ (g) ที่ได้จากสาหร่าย 15 สกุล ที่สกัดด้วย methanol, hexane และ dichloromethane (สกัดจากสาหร่าย 200 g)

ลำดับ	ชนิดสาหร่าย	ตัวทำละลายที่ใช้สกัด		
		methanol	hexane	dichloromethane
1	*Oscillatoria* sp.	8.25	0.91	0.41
2	*Phormidium* sp.	3.28	0.74	0.67
3	*Spirulina* platensis (food grade)	12.11	2.04	1.07
4	*S. platensis* (animal feed)	10.87	1.25	1.11
5	*Mastigocladopsis* sp.	6.12	1.11	1.02
6	*Hapalosiphon* sp.	8.17	2.11	1.00
7	*Fischerella* sp.	8.64	2.18	1.86
8	*Gracilaria sp.*	4.75	0.63	0.92
9	*Acanthophora sp.*	4.99	1.20	1.12
10	*Caulerpa lentillifera*	8.23	2.41	0.89
11	*Ulva intestinalis*	8.57	1.68	1.24
12	*U. rigida*	6.64	0.81	0.84
13	*Cladophora sp.*	4.01	2.63	2.54
14	*Sargassum sp.*	6.99	1.00	0.90
15	*Turbinaria sp.*	2.80	1.30	0.77
16	*Padina sp.*	10.41	1.84	4.21
17	*Dictyota sp.*	17.68	1.04	0.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วย methanol

ลำดับ	ชนิดสาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (%)		
		1	0.1	0.01
1	Control (ethanol 95%)	0	0	0
2	*Oscillatoria* sp.	99.0 ± 1.0^{aA}	78.0 ± 3.6^{bAB}	60.0 ± 3.9^{cA}
3	*Phormidium* sp.	98.0 ± 1.3^{aA}	88.8 ± 2.9^{aA}	53.6 ± 3.5^{bAB}
4	*Spirulina platensis* (food grade)	85.8 ± 4.0^{aAB}	61.4 ± 3.5^{bB}	35.0 ± 6.7^{cC}
5	*S. platensis* (animal feed)	90.3 ± 3.5^{aA}	$68.004.7^{bB}$	50.0 ± 4.9^{cB}
6	*Fischerella sp.*	58.0 ± 2.1^{aC}	40.0 ± 2.5^{bD}	34.0 ± 3.5^{cC}
7	*Mastigocladopsis sp.*	67.0 ± 3.3^{aC}	57.9 ± 4.2^{bC}	41.5 ± 3.2^{cBC}
8	*Hapalosiphon sp.*	65.5 ± 2.5^{aBC}	57.6 ± 1.8^{bC}	37.2 ± 2.1^{cC}
9	*Gracilaria* sp.	40.6 ± 4.3^{aE}	32.7 ± 4.8^{aD}	11.1 ± 4.1^{bE}
10	*Acanthophora* sp.	63.6 ± 3.2^{aBC}	42.3 ± 2.8^{bD}	36.0 ± 4.0^{cC}
11	*Caulerpa lentillifera*	45.7 ± 3.2^{aCD}	26.0 ± 3.4^{bE}	18.1 ± 3.2^{bD}
12	*Cladophora* sp.	35.0 ± 3.7^{aF}	20.0 ± 4.2^{bEF}	13.00 ± 3.7^{bE}
13	*Ulva rigida*	47.6 ± 5.5^{aCD}	38.6 ± 4.7^{aD}	28.5 ± 5.4^{bCD}
14	*U. intestinalis*	86.1 ± 1.8^{aAB}	50.9 ± 2.3^{bC}	32.95 ± 19^{cC}
15	*Sargassum* sp.	83.9 ± 2.4^{aAB}	69.4 ± 4.3^{bB}	47.7 ± 4.6^{cB}
16	*Turbinaria* sp.	19.7 ± 3.5^{aG}	12.3 ± 2.5^{bF}	12.1 ± 2.6^{bE}
17	*Dictyota* sp.	70.0 ± 2.2^{aB}	53.2 ± 4.5^{bC}	51.5 ± 3.5^{cB}
18	*Padina* sp.	53.00 ± 4.5^{aC}	38.73 ± 4.4^{bD}	17.91 ± 3.3^{cD}

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจาก hexane ต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 15 สกุล ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *C. lentillifera*, *Cladophora* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp. ที่สกัดด้วยด้วย hexane โดยวิธีการสัมผัส ที่ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) โดยพบว่าในสาหร่ายทุกชนิดสารสกัดที่ความเข้มข้น 1% (32 $\mu g/cm^2$) มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นได้สูงที่สุดโดยแตกต่างกับที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.01% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดจากสาหร่าย *U. intestinalis*, *Turbinaria* sp. และ *Dictyota* sp. มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นไม่แตกต่างกันทางสถิติซึ่งไม่พบกลุ่มสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพสูง กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นปานกลาง ได้แก่สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp. และ *S. platensis* (animal feed) โดยสามารถฆ่าไรตาย 51.4±4.4, 52.0±3.6 และ 50.7±3.7% ตามลำดับ และกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นต่ำ ได้แก่สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Sargassum* sp., *U. intestinalis*, *Turbinaria* sp., *Dictyota* sp., *Padina* sp., *Gracilaria* sp., *U. rigida*, *Cladophora* sp., *C. lentillifera* และ *Acanthophora* sp. โดยสามารถฆ่าไรตาย 15.4±3.3, 48.6±5.5, 15.3±3.6, 29.2±4.4, 24.9±3.8, 31.6±3.4, 34.9±3.7, 45.0±3.4, 28.0±3.9, 36.0±2.7 และ 42.4±3.8% ตามลำดับ ซึ่งอัตราการตายของไรฝุ่นด้วยสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Turbinaria* sp. มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Sargassum* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วย hexane

ลำดับ	ชนิดสาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (%)		
		1	0.1	0.01
1	Control (ethanol 95%)	0	0	0
2	*Oscillatoria* sp.	51.4 ± 4.4^{aA}	38.0 ± 3.9^{bB}	25.0 ± 4.0^{cB}
3	*Phormidium* sp.	52.0 ± 3.6^{aA}	38.2 ± 3.6^{bB}	28.0 ± 4.2^{cB}
4	*Spirulina* platensis (food grade)	45.0 ± 3.4^{aAB}	35.0 ± 3.9^{bB}	27.6 ± 2.3^{cB}
5	*S. platensis* (animal feed)	50.7 ± 3.7^{aA}	36.0 ± 4.0^{bB}	28.0 ± 4.7^{cB}
6	*Fischerella sp.*	30.3 ± 2.1^{aC}	14.8 ± 3.2^{bE}	9.1 ± 3.1^{bC}
7	*Mastigocladopsis sp.*	54.5 ± 1.3^{aA}	38.0 ± 2.2^{bB}	23.3 ± 1.1^{cB}
8	*Hapalosiphon sp.*	43.0 ± 1.6^{aAB}	30.0 ± 2.1^{bC}	12.1 ± 2.1^{cC}
9	*Acanthophora* sp.	42.4 ± 3.8^{aAB}	36.44 ± 3.5^{bB}	21.0 ± 4.8^{cC}
10	*Gracilaria* sp.	31.6 ± 3.4^{aC}	27.1 ± 3.2^{bC}	12.0 ± 3.4^{cC}
11	*Cladophora* sp.	28.0 ± 3.9^{aD}	21.6 ± 4.1^{aD}	11.0 ± 4.1^{bC}
12	*Caulerpa lentillifera*	36.0 ± 2.7^{aB}	23.0 ± 3.0^{bD}	15.8 ± 3.4^{cC}
13	*Ulva rigida*	34.9 ± 3.7^{aC}	22.0 ± 4.7^{bD}	17.0 ± 4.0^{cC}
14	*U. intestinalis*	48.6 ± 5.5^{aA}	37.6 ± 5.7^{aA}	30.6 ± 4.6^{aA}
15	*Sargassum* sp.	15.41 ± 3.29^{aF}	7.13 ± 2.72^{bF}	5.36 ± 2.34^{bD}
16	*Turbinaria* sp.	15.3 ± 3.6^{aF}	14.0 ± 3.4^{aE}	8.0 ± 2.5^{bCD}
17	*Dictyota* sp.	29.2 ± 4.4^{aD}	21.4 ± 5.5^{abD}	10.7 ± 2.7^{bC}
18	*Padina* sp.	24.9 ± 3.8^{aE}	6.9 ± 3.4^{bF}	7.0 ± 2.2^{bCD}

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจาก dichloromethane ต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 15 สกุล ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *C. lentillifera*, *Cladophora* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp. ที่สกัดด้วยด้วย dichloromethane โดยวิธีการสัมผัส ที่ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) พบว่าที่ความเข้มข้น 1% (32 $\mu g/cm^2$) สารสกัดหยาบจากสาหร่ายทุกสกุลสามารถฆ่าไรฝุ่นสูงกว่าที่ความเข้มข้น 0.1 และ 1% ยกเว้นสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *U. intestinalis* ที่ระดับความเข้มข้น 1% สามารถฆ่าไรฝุ่นได้โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ซึ่งสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 15 สกุล ที่สกัดด้วย dichloromethane ไม่พบสารสกัดที่มีประสิทธิภาพสูง กลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นปานกลาง ได้แก่สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *U. intestinalis* และ *Dictyota* sp. ซึ่งสามารถฆ่าไรตาย 60.0±2.9 และ 50.6±3.9% ตามลำดับ และกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นต่ำ ได้แก่สารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Gracilaria* sp., *U. rigida*, *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (food grade), *S. platensis* (animal feed), *Cladophora* sp., *C. lentillifera*, *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora* sp. โดยสามารถฆ่าไรตาย 41.4±4.7, 14.2±3.1, 16.5±3.4, 42.5±4.9, 41.1±6.7, 37.0±3.7, 48.6±3.2, 38.4±4.3, 46.0±3.1, 33.0±2.6, 30.0±3.7, 40.6±2.6, 44.5±2.2, 24.6±3.7 และ41.6±2.8% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Turbinaria* sp. ที่ความเข้มข้น 1% มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Padina* sp. และ *Fischerella* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

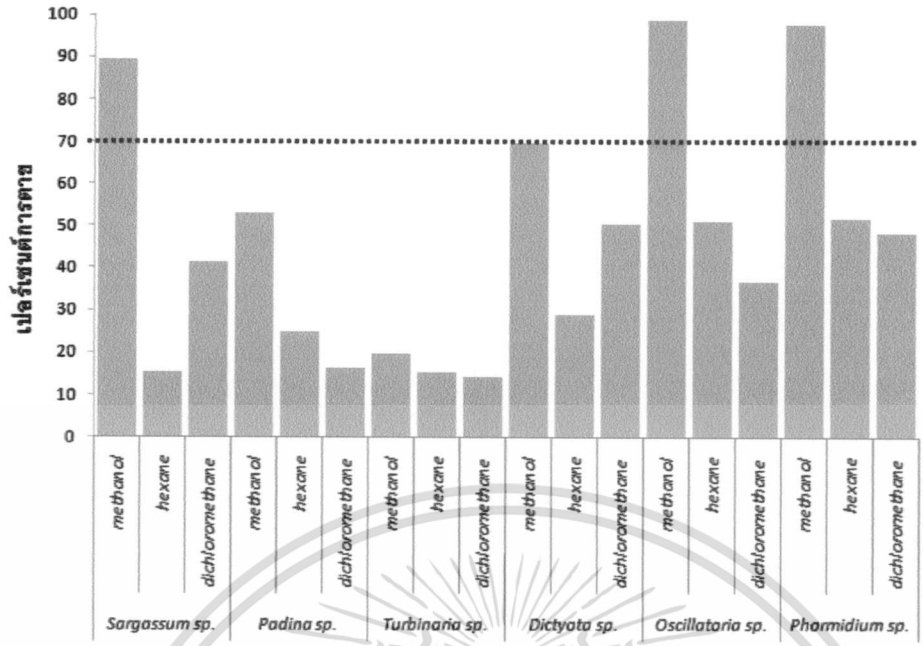
ตารางที่4 เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดจากสาหร่ายที่สกัดด้วย dichloromethane

ลำดับ	ชนิดสาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด (%)		
		1	0.1	0.01
1	Control (ethanol 95%)	0	0	0
2	*Oscillatoria* sp.	37.0 ± 3.7^{aC}	25.8 ± 4.0^{bB}	16.0 ± 3.1^{cC}
3	*Phormidium* sp.	48.6 ± 3.2^{aB}	33.7 ± 4.0^{bA}	29.0 ± 2.3^{cA}
4	*Spirulina* platensis (food grade)	38.4 ± 4.3^{aC}	26.0 ± 4.3^{bB}	14.0 ± 3.1^{cC}
5	*S. platensis* (animal feed)	46.0 ± 3.1^{aB}	34.0 ± 3.4^{bA}	24.6 ± 3.7^{cAB}
6	*Fischerella sp.*	24.6 ± 3.7^{aDE}	11.8 ± 1.9^{bCD}	8.8 ± 1.3^{bD}
7	*Mastigocladopsis sp.*	44.5 ± 2.2^{aB}	32.1 ± 2.3^{bA}	21.6 ± 1.9^{cB}
8	*Hapalosiphon sp.*	40.6 ± 2.5^{aB}	24.9 ± 3.1^{bB}	10.3 ± 2.4^{cD}
9	*Acanthophora* sp.	41.6 ± 2.8^{aB}	36.0 ± 4.0^{bA}	20.2 ± 4.2^{cB}
10	*Gracilaria* sp.	42.5 ± 4.9^{aB}	28.8 ± 2.9^{bB}	14.9 ± 3.9^{cC}
11	*Cladophora* sp.	33.0 ± 2.6^{aCD}	18.0 ± 4.2^{bC}	12.7 ± 2.9^{bC}
12	*Caulerpa lentillifera*	30.0 ± 3.7^{aD}	19.7 ± 3.3^{bC}	20.0 ± 3.3^{bB}
13	*Ulva intestinalis*	60.0 ± 2.9^{aA}	50.0 ± 6.4^{bA}	45.0 ± 6.9^{bA}
14	*U. rigida*	41.1 ± 6.7^{aB}	39.1 ± 4.7^{abA}	33.6 ± 3.5^{bA}
15	*Turbinaria* sp.	14.2 ± 3.1^{aE}	12.0 ± 2.5^{aCD}	10.0 ± 2.6^{aD}
16	*Dictyota* sp.	50.6 ± 3.9^{aB}	39.0 ± 4.8^{bA}	21.0 ± 3.8^{cB}
17	*Padina* sp.	16.5 ± 3.4^{aE}	6.9 ± 2.1^{bD}	7.0 ± 3.4^{bD}
18	*Sargassum* sp.	41.4 ± 4.7^{aB}	7.13 ± 1.6^{bD}	5.36 ± 8.1^{bD}

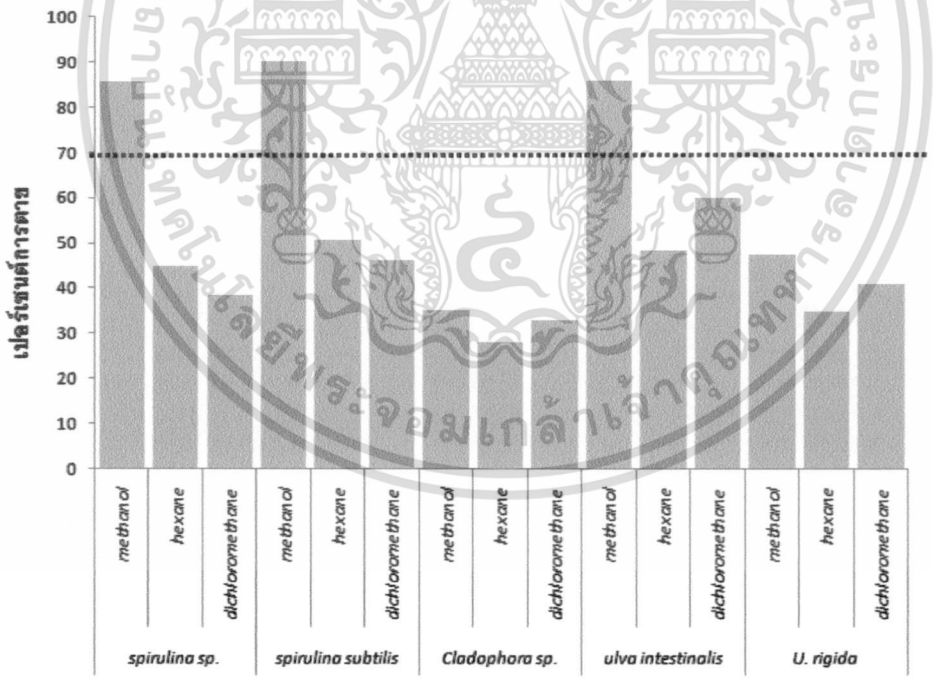
อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

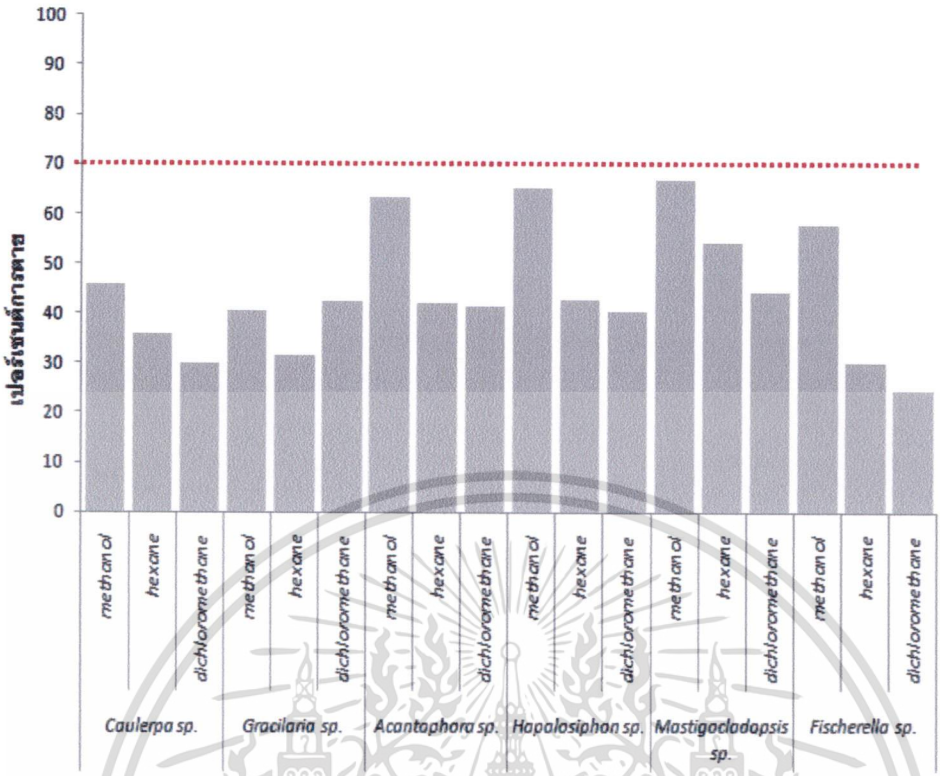


รูปที่ 4 ก เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดหยาบจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%



รูปที่ 4 ข เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารสกัดหยาบจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ค เปอร์เซ็นต์การตายของไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยสารหยาบสกัดจากสาหร่าย ที่ความเข้มข้น 1%

1.5 LC_{50}

จากการทดสอบหาสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นเบื้องต้น สารสกัดหยาบที่สามารถฆ่าไรได้มากกว่า 70% ได้แก่ *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *U. intestinalis*, *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) และ *Oscillatoria* sp. (รูปที่ 4 ก, 4 ข และ 4 ค) ซึ่งอัตราการตายของไรฝุ่นจากสารสกัดหยาบจาก *Oscillatoria* sp. สูงที่สุด คือ 99.0±1.0% โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ *Phormidium* sp. ที่มีอัตราการตายของไรฝุ่นเท่ากับ 98.0±1.3% รองลงมาคือสารสกัดหยาบจาก *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Sargassum* sp., *U. intestinalis* และ *Dictyota* sp. โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นเท่ากับ 90.3±3.5, 85.8±4.0, 83.9±2.4, 72.5±1.4 และ 70.0±2.2% ตามลำดับ และเมื่อนำสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 7 สกุลที่สกัดด้วย methanol มาทดสอบหาค่า LC_{50}ที่ความเข้มข้น 9 ระดับคือ 0 (ethanol 95%), 0.005, 0.01, 0.5, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% (0, 0.16, 0.32, 1.6, 3.2, 16, 32, 48 และ 64 $\mu g/cm^2$) ที่ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 48 และ 64 $\mu g/cm^2$ ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed) และ *Oscillatoria* sp. มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้สูงกว่าสาหร่ายชนิดอื่นโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 3.2 $\mu g/cm^2$ *Oscillatoria* sp. มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ *Phormidium* sp. ส่วนความเข้มข้นที่สูงกว่า 16 $\mu g/cm^2$ สารสกัดหยาบจาก *Oscillatoria* sp. มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารสกัดหยาบจากสาหร่ายอื่นๆ และค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบจาก *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *S. platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) , *U. intestinalis*, *Dictyota* sp., และ *Sargassum* sp. ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.81, 2.28, 5.13, 6.74, 9.18, 12.87 และ 13.14 $\mu g/cm^2$ ตามลำดับ

1.6 การยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่นโดยสารสกัดจากสาหร่าย

จากการนำสารสกัดจากสาหร่ายที่สามารถยับยั้งไรฝุ่นได้ดีที่สุดคือสารสกัดจาก *Phormidium* sp, *Oscillatoria* sp., *Spirulina platensis* (animal feed) และ *Spirulina platensis* (food grade) ที่สกัดด้วยเมทานอล มาทดสอบยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่น พบว่า ที่ความเข้มข้น 1 และ 0.1 % สารสกัดจากสาหร่ายทุกชนิด ยกเว้น *Spirulina platensis* (animal feed) สามารถยับยั้งการฟักของไข่ได้ 100 % (ตารางที่ 5) และพบว่าสารสกัดจาก *Oscillatoria* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่นได้ดีที่สุด โดยยับยั้งได้ 100% ทุกระดับความเข้มข้น ประสิทธิภาพรองลงมาคือ *Phormidium* sp

ตารางที่ 5 การยับยั้งการฟักของไข่ไรฝุ่นโดยสารสกัดจากสาหร่าย

สาหร่าย	ความเข้มข้นของสารสกัด		
	1%	0.10%	0.01%
Phormidium sp.	100	100	80
Oscillatoria sp.	100	100	100
Spirulina platensis (animal feed)	80	60	60
Spirulina platensis (food grade)	100	100	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การตาย และค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบจากสาหร่าย 7 สกุล ที่สกัดด้วย methanol ที่ 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น ($\mu g/cm^2$)	*Sargassum* sp.	*Dictyota* sp.	*U. intestinalis*	*Oscillatoria sp.*	*Spirulina platensis* (food grade)	*S. platensis* (animal feed)	*Phormidium sp.*
0	0.0 ± 0.0^{aF}	0.0 ± 0.0^{aH}	0.0 ± 0.0^{aG}	0.0 ± 0.0^{aG}	0.0 ± 0.0^{aG}	0.0 ± 0.0^{aH}	0.0 ± 0.0^{aG}
0.16	10.6 ± 2.4^{dE}	25.7 ± 1.0^{cG}	24.2 ± 0.8^{cF}	37.3 ± 1.2^{aF}	29.7 ± 1.5^{bF}	33.7 ± 2.5^{bG}	38.6 ± 0.8^{aF}
0.32	23.6 ± 1.9^{dD}	36.9 ± 2.8^{cF}	32.7 ± 1.9^{aF}	53.0 ± 1.8^{aE}	39.1 ± 0.5^{cF}	44.9 ± 2.0^{bF}	51.3 ± 0.6^{aE}
1.6	38.3 ± 5.3^{cB}	42.4 ± 4.8^{cE}	44.5 ± 3.8^{cE}	61.5 ± 0.5^{aD}	53.7 ± 1.5^{bE}	51.8 ± 1.7^{bE}	60.7 ± 1.7^{aD}
3.2	49.2 ± 0.6^{dC}	57.5 ± 0.9^{cD}	54.4 ± 6.4^{cdD}	79.3 ± 0.7^{aC}	65.8 ± 1.1^{bD}	65.6 ± 2.2^{bD}	80.0 ± 0.2^{aC}
16	67.9 ± 3.1^{dB}	68.7 ± 1.7^{dC}	79.5 ± 1.3^{aC}	96.7 ± 1.1^{aB}	73.8 ± 1.0^{cC}	79.9 ± 0.2^{cC}	88.5 ± 0.5^{bB}
32	89.4 ± 1.0^{cB}	72.5 ± 1.4^{dB}	86.1 ± 1.8^{cB}	99.3 ± 1.2^{aAB}	87.8 ± 1.4^{cB}	93.2 ± 1.0^{bB}	98.0 ± 1.8^{aA}
48	93.3 ± 1.0^{abA}	89.8 ± 1.0^{bA}	97.4 ± 2.3^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}	98.8 ± 1.5^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}
64	98.0 ± 0.8^{aA}	92.8 ± 0.9^{bA}	99.4 ± 1.1^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}	100.0 ± 0.0^{aA}
% CV	12.27	11.58	13.82	14.56	17.22	9.19	12.52
LC_{50}	13.14	12.87	9.18	1.81	6.74	5.13	2.28
slope	0.05	0.04	0.06	0.14	0.06	0.07	0.09
SE	0.004	0.003	0.004	0.016	0.004	0.006	0.009

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 15 สกุล ได้แก่ *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade), *Hapalosiphon* sp., *Mastigocladopsis* sp., *Caulerpa lentillifera*, *Cladophora* sp., *Ulva intestinalis*, *U. rigida*, *Gracilaria* sp., *Fischerella* sp. และ *Acanthophora sp.* ที่สกัดด้วย methanol, dichloromethane และ hexane ผลพบว่าสารสกัดที่สกัดโดยใช้ methanol ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วออกฤทธิ์ได้ดีที่สุด โดยทั่วไปในการสกัดพืชสมุนไพรเบื้องต้นนิยมใช้แอลกอฮอล์ 95% เป็นตัวทำละลาย เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็น all purpose solvent โดยที่ใช้กันมากคือ methanol และ ethanol ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำละลายได้กว้างทั้งสารที่มีขั้วและไม่มีขั้ว (นันทวัน, 2536) ซึ่งสารสกัดหยาบที่ได้จาก methanol เป็นตัวทำละลายส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่ม lipophilic compound เป็นกลุ่มหลัก ซึ่งสารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการละลายในน้ำมันได้และยังมีหน้าที่เป็นตัวทำลายเอนไซม์ในพืชได้ และยังพบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายไม่มีขั้วมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วซึ่งการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องสอดคล้องกับการทดลอง Yi *et al.* (2000) ซึ่งใช้ methanol, acetone และ methanol-toluene (3:1) สกัดสาหร่าย 23 สายพันธุ์ 3 ดิวิชั่น ได้แก่ Chlorophyta (*Ulva pertusa* และ *Enteromorpha prolifera*) Phaeophyta (*Ishige okamurai, I. folicacea, Colpomenia sinuosa, Dictyota* sp., *Pachydictyon coriaceum, Dictyopteris latiuscula, Spatoglossum sp., Sargassum fusiforme, S. thunbergii*) และ Rhodophyta (*Laurencia chinensis, L. okamurai, Gracilaria blodgetii, Gelidium amansii, Gloiopeltis furcata, Dasya scoparia, Grateloupia filicina, Gigartina intermedia, Chondria crassicaulis, Gymnogo flabeliformis, Hypnea cervicornis* และ *Plocamium telfairiae*) พบว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อราและแบคทีเรียได้ดีที่สุด นอกจากนี้ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสาหร่าย *Ulva lactuca, Cladostephus spongiosus, Cystoseira usneoides* และ *Sacchoriza polyschides* ที่เก็บจากบริเวณชายฝั่งของโมรอคโคที่สกัดด้วย methanol พบว่าสาหร่ายทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* สูง คือ เกิดบริเวณ clear zone มากกว่า 20 mm (Chiheb *et al.*, 2009) ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในครั้งนี้ใช้วิธีการฆ่าไรฝุ่นด้วยการสัมผัสซึ่งพบว่ามีพืชสมุนไพรหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่นด้วยวิธีการสัมผัส เช่น กานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า โดยว่านน้ำมีคุณสมบัติถูกตัวตาย เป็นสารขับไล่ และยับยั้งการกินอาหารของแมลง ส่วนหางไหลขาวมีคุณสมบัติเป็นสารสัมผัสถูกตัวตาย และกินตาย (อำมร อินทร์สังข์. 2547) แสดงดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบต่อไรฝุ่น *D. Pteronyssinus* ด้วยวิธีการสัมผัส

สาร	LC_{50} ($\mu g/cm^2$)	reference
Sargassum sp.	13.14	การทดลองครั้งนี้
Dictyota sp.	12.87	การทดลองครั้งนี้
Ulva intestinalis	9.18	การทดลองครั้งนี้
Oscillatoria sp.	1.81	การทดลองครั้งนี้
Spirulina platensis	5.13	การทดลองครั้งนี้
Phormidium sp.	2.28	การทดลองครั้งนี้
พริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.)	1.51	Insung and Pumnuan. 2009
แก่นของฮายาตะ (*Taiwania cryptomerioides*)	12.6	Chang *et al.* 2001
อบเชย (*Cinnamomum bejolghota*)	0.23	Insung and Pumnuan. 2009
ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.)	0.56	Insung and Pumnuan. 2009
กานพลู (*Syzygium aromaticum*)	0.09	Insung and Pumnuan. 2009
ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus*)	0.81	Insung and Pumnuan. 2009
ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*)	0.93	Insung and Pumnuan. 2009
ไพล (*Zingiber cassumunar*)	0.7	Insung and Pumnuan. 2009
โหรพา (*Ocimum basilicum*)	1.57	Insung and Pumnuan. 2009

การพิจารณาว่าสารสกัดหยาบมีประสิทธิภาพสูงหรือไม่ คือต้องสามารถฆ่าไรฝุ่นตายมากกว่า 70% ซึ่งจากการทดลองนี้สาหร่ายที่มีประสิทธิภาพสูงได้แก่ *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) และ *U. intestinalis*

Sargassum sp. และ *Dictyota* sp. อยู่ในดิวิชัน Phaeophyta เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลซึ่งพบว่ามีรายงานถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายทั้ง 2 สกุลนี้ไว้โดย Chiheb *et al.* (2009) พบว่าสารสกัดจาก *Dictyota linearis* สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้สูงกว่าสารสกัดจาก *Sargassum vulgare* เนื่องจากสารสกัดจาก *D. linearis* ทำให้เกิด clear zone ของ *E. coli* ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 mm ขณะที่ *S. vulgare* ทำให้เกิด clear zone ของ *E. coli* ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 mm และสารที่ได้จากกระบวนการ secondary metabolites เช่น acrylic acid, halogenated aliphatic compounds และ terpenes ของ *Dictyota* sp. ยังมีประสิทธิภาพในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านมะเร็ง ไวรัส และสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ Tuney *et al.* (2006) รายงานว่าสารสกัดจาก *D. linearis* สามารถต้านเชื้อ *Psuedomonas aeruginosa* ได้ดีกว่าสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียว (*Enteromorpha linza*) เช่นเดียวกับ *Sargassum* sp. ซึ่งภายในเซลล์ของสาหร่ายนี้มีรงควัตถุพวก ฟูโคแซนทิน (fucoxanthin) ซึ่งสารสกัดกลุ่มที่ออกฤทธิ์ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่ม lipophilic compound และสาร betain ซึ่งสามารถเพิ่มความต้านทานเชื้อโรคให้กับมันฝรั่งและต้านทานหนอนซึ่งเป็นศัตรูพืชได้ (Blunden. 1994) นอกจากนี้สารสกัดจากสาหร่ายสามารถป้องกันการทำลายของเพลี้ยอ่อน และไส้เดือนฝอยในดินต่อการเข้าทำลายของมะเขือเทศได้ (Booth. 1966; Stephenson. 1966) สารสกัดหยาบจาก *Sargassum fluitans* ที่สกัดด้วย petroleum ether พบว่ามีสาร lipophilic compound เป็นองค์ประกอบสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*, *S. aureus*, *Candida albicans* และ *S. epidemidis* ได้ (Oranday *et al.* 2004) นอกจากนี้ยังพบพอลิแซคคาไรด์ในสารสกัดจาก *Sargassum fusiforme* ช่วยต้านเชื้อวิบริโอซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในกุ้งได้ พบว่าในสาหร่าย *S. fusiforme* ที่มีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์สูงจะมีความสามารถในการต้านเชื้อวิบริโอได้สูงขึ้น (Oranday *et al.* 2004)

U. intestinalis อยู่ในในดิวิชัน Chlorophyta เป็นสาหร่ายในกลุ่มสีเขียว มีคลอโรฟิลล์เป็น รงควัตถุหลัก สารออกฤทธิ์ที่พบใน *U. intestinalis* ส่วนใหญ่ได้แก่ monoterpenoids, phlortannins และ phenolic compounds (Taskin *et al.* 2007) นอกจากพบในสารสกัดจากสาหร่ายแล้วยังพบสารกลุ่ม monoterpenoids ได้ในสารสกัดจากพืช เช่น ยี่หร่า กานพลู กระเทียม และใบมะนาว เป็นต้น อนุพันธุ์ของสารกลุ่มนี้คือ eugenol, carvone, borneol, carveol, benzyl alcohol, thymol, camphor, menthol, chlorothymol, cinnamaldehyde, carvacrol, cineol และ citronellol ซึ่งเป็นสารกลุ่มที่ออกฤทธิ์ฆ่าไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ได้ดี (Saad *et al.* 2006) พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Enteromorpha linza* ที่สกัดด้วย diethyl ether สามารถยับยั้งเชื้อ *Candida* sp., *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *E. coli* โดยทำให้เกิด clear zone ของเชื้อ *Candida* sp., *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *E. coli* ขนาด 7-10 mm (Tuney *et al.* 2006) พบว่าสารสกัดจาก *Enteromorpha compressa* ที่สกัดด้วย methanol สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pnomeuniae* ATCC 700603 และ *E. faecalis* ATCC 29213 ได้ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 สูงที่สุดโดยทำให้เกิด clear zone ขนาดมากกว่า 20 mm ขณะที่ clear zone ของเชื้อ *E. coli* ATCC 25922, *E. faecalis* ATCC 29212, *K. pnomeuniae* ATCC 700603 และ *E. faecalis* ATCC 29213 มีขนาดมากกว่า 10 mm แต่ไม่ถึง 16 mm (Chiheb *et al.* 2009) Anna *et al.* (2000) ยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของ *U. intestinalis* ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งพบองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต และไขมันประมาณ 55 และ 14% ของเซลล์ตามลำดับ ซึ่งพบว่าสารสกัดจากสาหร่ายที่มีไขมันสูงจะมีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้สูงขึ้น (Demule *et al.* 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oscillatoria sp., *Phormidium* sp. และ *Spirulina platensis* อยู่ในดิวิชัน Cyanophyta เป็นไซยาโนแบคทีเรียซึ่งพบว่ามีรายงานของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่ายกลุ่มนี้ไว้มากเช่นกัน Teneva *et al.* (2005) รายงานว่าสาหร่ายในกลุ่ม Cyanophyta สามารถสร้าง bioactive compounds ทั้งสาร neurotoxic และ hepatotoxic ซึ่งเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และยังพบว่าสารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถยับยั้งกระบวนการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดอื่นโดยไปยับยั้งกระบวนการ extracellular metabolites Chauhan *et al.* (1992) รายงานว่า *Oscillatoria* sp. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดอื่นที่เลี้ยงร่วมกันโดย *Oscillatoria* sp. จะปล่อยสารที่ได้จากกระบวนการ secondary metabolite ซึ่งจะไปส่งผลต่อกระบวนการ metabolite ของสาหร่ายชนิดอื่น Reshef *et al.* (1997) สกัดสารไกลโคลิปิดจาก *Phormidium* sp. ซึ่งสามารถไปยับยั้งกระบวนการทำงานของเอนไซม์ reverse transcriptase ในกระบวนการ transcription ของไวรัส HIV-1 และโพลิแซคคาร์ไรด์จาก *Phormidium tenue* มีประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระ และต้านทานกระบวนการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในหนูได้ (William-son *et al.* 2002) Chamorro-Cevallos *et al.*(2008) รายงานว่า *S. platensis* เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน, วิตามิน, แร่ธาตุ และ กรดไขมันจำเป็นเช่น c-linolenic acid และ sulfolipids และยังพบพบสารกลุ่ม phycocyanin จาก *S. subtilis* ซึ่งเป็นสารซึ่งเป็นสารละลายเชิงซ้อน ประกอบด้วยธาตุเหล็กและเกลือแร่อื่น ช่วยเพิ่ม bioavailability และต้านอนุมูลอิสระได้ (Khane *et al.*, 2005) นอกจากนี้วัชรีพร (2544) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp. TISTR 8252 พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้หอมวัย 2 และสามารถยับยั้งการกินของหนอนกระทู้หอมวัย 3 ได้ ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 5%

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดไรฝุ่นระหว่างสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพสูงทั้ง 7 ชนิด พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Oscillatoria* sp. ซึ่งอยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta มีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาคือดิวิชั่น Chlorophyta (*Caulerpa lentillifera*, *Cladophora* sp., *Ulva intestinalis* และ *U. rigida*) และดิวิชั่น Phaeophyta (*Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp. และ *Dictyota* sp.) ตามลำดับ โดยสาหร่ายในดิวิชั่น Rhodophyta (*Gracilaria* sp. และ *Acanthophora sp.*) มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นต่ำ ด้วยวิธีการสัมผัส จากการเปรียบเทียบสารสกัดจากสาหร่ายในดิวิชัน Chlorophyta และดิวิชั่น Phaeophyta พบว่าดิวิชัน Chlorophyta มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้สูงกว่า ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองของ Chiheb *et al.* (2009) ซึ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารสกัดจากสาหร่ายในดิวิชั่น Chlorophyta (*Enteromorpha compressa*) และดิวิชั่น Phaeophyta (*Dictyota linearis* และ *Sargassum vulgare*) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 25923, *E. faecalis* ATCC 29212 และ *Klebsiella pnomeuniae* ATCC 700603 พบว่าสารสกัดจากสาหร่ายในดิวิชั่น Chlorophyta สามารถยับยั้งเชื้อได้สูงกว่าสาหร่ายจากดิวิชั่น Phaeophyta และยังพบว่าสารสกัดจาก *Enteromorpha compressa* สามารถยับยั้งเชื้อได้ทั้งหมดขณะที่สารสกัดจาก *Dictyota linearis* สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้เพียง *E. coli* ATCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25922 และ *S. aureus* ATCC 25922 ส่วนสารสกัดจาก *Sargassum vulgare* ไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ได้ และจากการเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่มไฟโคอิริธรินและไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม secondary metabolite ของสาหร่ายในดิวิชั่น Chlorophyta (*Cladophora glomerata*) และสาหร่ายในดิวิชั่น Cyanophyta (*Nostochopsis lobatus*) พบว่าสาหร่าย *Nostochopsis lobatus* ซึ่งอยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta มีประสิทธิภาพทางชีวภาพสูงกว่าใน *Cladophora glomerata* ซึ่งอยู่ในดิวิชั่น Chlorophyta (ยุวดี, 2550) ยังไม่พบรายงานเปรียบเทียบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่ายในดิวิชั่น Cyanophyta ดิวิชั่น Chlorophyta และดิวิชั่น Phaeophyta จึงยังไม่มีข้อมูลผลการทดลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ของสาหร่ายทั้ง 3 ดิวิชั่นกับการทดลองครั้งนี้

เนื่องจากยังไม่พบว่ามีรายงานถึงประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นหรือไรชนิดอื่นด้วยสารสกัดจากสาหร่ายมาก่อนทำให้ขาดข้อมูลของผลการทดลองในการเปรียบเทียบกับการทดลองนี้ ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการนำสาหร่ายทั้ง 15 สกุล มาใช้ควบคุมและกำจัดไรฝุ่นได้ต่อไปเนื่องจากสาหร่ายเป็นแหล่งผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายเช่นเดียวกับพืชซึ่งถูกนำมาใช้ควบคุมและกำจัดไรฝุ่นในปัจจุบัน

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายทั้ง 13 สกุล ที่สกัดด้วย methanol, dichloromethane และ hexane โดยวิธีการสัมผัส พบว่าความเข้มข้น 1% (32 $\mu g/cm^2$) ที่ 24 ชั่วโมง สารสกัดหยาบจากสาหร่ายทุกชนิดที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้ดีกว่าที่สกัดด้วย dichloromethane และ hexane โดยสารสกัดหยาบจาก *Sargassum* sp., *Dictyota* sp., *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp., *Spirulina platensis* (animal feed), *S. platensis* (food grade) และ *U. intestinalis* ที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้ดี คือสามารถฆ่าไรได้มากกว่า 70% โดยสาหร่าย *Osillatoria* sp. เป็นพิษต่อไรฝุ่นสูงที่สุดคือมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.81 $\mu g/cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Abbott, W. S., A method of computing the effectiveness of an insecticide, J. Econ. Entomol., vol. 18, pp.265-267, 1925

Akendengua, B., Ngou-Milama, E., Bourobou-Bourobou, H., Essouma, J., Roblot, F., Gley, C., Leurens, A., Hocquemiller, R., Loiseau, P. and C. Bories. 2003. Acaricidal activity of *Uvaria versicolor* and *Uvaria klaineana* (Annonaceae). Phytother. Res. 17(4): 364-367.

Arlian, L. G., Allen, M. and Bernstein, I. L. 1988. Prevalence of Dust Mites in the Homes of Asthmatics in Several U.S. Geographical Regions. J. Allergy Clin. Immunol. 81(2) 270.

Bakkali F., S. Averbeck, D. Averbeck and M. Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology. 46; 446–47

Baskara, G. V. S. 2010. Antibacterial Activity of Cyanobacterial Species from Adirampattinam Coast, Southeast Coast of Palk Bay. Current Research Journal of Biological Sciences. 2(1): 24-26

Blunden, G., 1992. Seaweed extracts used in agriculture. EEC Cost

Blythe, M.E. 1976. Some aspects of the ecological study of the house dust mite. Br. J. Dis. Chest. 70(2) : 3-31.

Bronswijk, J. E. M. H., Cock, A. W. A. M. de and Oshima, S. 1978. "The genus *Blomia oudemans* (Acari: Glycyphagidae) I. Description of *Bromia tropicalis* sp. N. from House dust in tropical and sub-48tropical region." J. Acarologia. 15(3):477-489

Carmichael, W.W. Health effects of toxin-producing cyanobacteria. *Journal Seek entry for Human and Ecological Risk Assessment*, 2001, 7, 1393–1407.

Chamorro, M. G., and Barron, B. L. 2002. Antiviral activity of Spirulina maxima against herpes simplex virus type 2. Antiviral research. 56; 279–285.

Chamorro-Cevallos, G., L. Gardun˜ o-Siciliano , B.L. Barron , E. Madrigal-Bujaidar , D.E. Cruz-Vega and N. Pages. 2008. Chemoprotective effect of Spirulina (Arthrospira) against cyclophosphamide-induced mutagenicity in mice. Food and Chemical Toxicology. 46 (2008) 567–574

Chang, S. T., Chen, P. F., Wang, S. Y., and Wu, H. H. 2001. Antimite activity of essential oils and their constituents from *Taiwania cryptomerioides*. J. Med. Entomol. 38(3): 455 - 457.

Chauhan, V. S., J. B. Marwah and S. N. B agchi. 1992. Effect of an antibiotic from *Oscillatoria* sp. on phytoplankters, higher plants and mice. New Phytol. 251-257

Chen, W., Song, L.R., Peng, L., Wan, N., Zhang, X.M., Gan, N.Q. 2008. Reduction in microcystin concentrations in large and shallow lakes: water and sediment- interface contributions. Journal of *Water Resources* Planning and Management. 42, 763–773.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chiheb, I., R. Hassane, M. L. Jose, D. S. Jose, G. V. J. Antonio, B. Hassane, and K. Mohamed, 2009. Screeniing of antibacterial activity in marine green and brown macroalgae from the coast of Morocco. African Journal of Biotechnology. 8 (7):1258-1262

Chiheb, I., R. Hassane, M. L. Jose, D. S. Jose, G. V. J. Antonio, B. Hassane, and K. Mohamed, 2009. Screeniing of antibacterial activity in marine green and brown macroalgae from the coast of Morocco. African Journal of Biotechnology. 8 (7):1258-1262

Coloff, M. J., 1987. Effects of temperature and relative humidity on development times and mortality of eggs from laboratory and with populations of the European house-dust mites *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). Exp. Appl. Acarol. 3: 279-289.

Coloff, M. J., 2009. Dust mite. CSIRO publishing. 600 pp.

Denmark, H. A. and Cromroy, H. L. 2003. "House dust mites, Dermatophagoides spp." [online]. Available : http://creaures.ifas.ufl.edu/urban/house dust mite.htm.

Enomoto, T., Ohnishi, S., Dake, Y., Shibano, A., Sakoda, T., Saitoh, Y., Sogoh, H., Yamana, T. and Mastui, K. 1999. Environmental control for allergic diseases – avoiding and killing effect on house dust mite by eastern red cedar. Areru. 48(6) : 626-631.

Freile-Pelegrı´n, Y. and J. L. Morales. 2004. Antibacterial activity in marine algae from the coast of Yucatan, Mexico. Botanica Marina. 47: 140–146

Furmanowa, M., Kropczynska, D., Zobel, A., Glowniak, K., Oledzka, H., Jozefowicz, J., Sahajdak, A. and Jozetczyk, A. 2002. Influence of water extracts from the surface of two yew (Taxus) species on mites (*Tetranychus urticae)*. J. Appl. Toxicol. 22(2) : 107-109.

Greneli, E and Johansson, N. 2003. Increase in the production of allelopathic substances by *Prymnesium parvum* cells grown under N-or P- deficient conditions. Harmful Algae. 2:135-145.

http://www.biothai.net/cgi-bin/content/news/show.pl?0395

http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9500000050835

http://www.nature.com/news/2004/041115/full/041115-17.html

http://www.sema.go.th/node/1518

http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=532

http://www.vcharkarn.com/include/vcafe/showkratoo.php?Pid=25173

http://xchange.teenee.com/index.php?showtopic=67198

Immanuel, G., V.C. Vincybai, V. Sivaram, A. Palavesam and M.P. Marian. 2004. Effect of butanolic extracts from terrestrial herbs and seaweeds on the survival, growth and pathogen (Vibrio parahaemolyticus) load on shrimp Penaeus indicus juveniles. Aquaculture . 53–65.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Insung, A. and Boczek , J. 1995. Effect of some extracts of medicinal and spicy plants on acarid mites. 211-223. In : Proceedings of the Symposium on Advances of Acarology in Poland. Poland.

Insung, A. 1995. Influence of some active substances of plant extracts on the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank). pp. 234-241. In: Proceedings of the Symposium on Advances of Acarology in Poland. Poland.

Jensen, G.S., Ginsberg, D.I., Drapeau, C., 2001. Blue-green algae as an immuno-enhancer and biomodulator. Journal of the American Nutraceutical Association. 3; 24–30.

Jin, Q. and Dong, S. 2003. Comparative studies on the allelopathic effects of two differents of *Ulva pertusa* on *Heterosigma akashiwo* and *Alexandrium tamarense*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 293: 41-55.

Juttner, F., Todorova, A.K., Walch, N. and Philipsborn, Wolfgang von. 2001. Nostocyclamide M: a cyanobacterial cyclic peptide with allelopathic activity form *Nostoc* 31. Phytochemistry. 57: 613-619.

Katircioglu, H., Y. Beyatli, B. Aslim, Z.Yüksekdag and T. Atici. 2006. Screening for Antimicrobial Agent Production of Some Microalgae in Freshwater. The Internet Journal of Microbiology. Volume 2 Number 2.

Kim, E. H., Kim, H. K., Choi, D. H. and Ahn, Y.J. 2003. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acarida). Appl. Entomol. Zool. 38(3) : 261-266.

Kim, H. K., Tak, J. H. and Ahn, Y. J. 2004. Acaricidal activity of *Paenoia suffruticosa* rootbark – derived compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). J. Agric. Food Chem. 52(26) : 857-861.

Knight, A. L., E. H. Beers, S.C. Hoyt and H. Riedl. 1990. Acaricides bioassays with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruit: evaluation of methods and selection of discriminating concentrations for resistance monitoring. *J. Econ. Entomol.* 83(3): 1752-1760.

Knight, A. L., E. H. Beers, S.C. Hoyt and H. Riedl. 1990. Acaricides bioassays with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruit: evaluation of methods and selection of discriminating concentrations for resistance monitoring. J. Econ. Entomol. 83(3): 1752-1760.

Kozlowska-Szerenos B., I. Bialuk and S. Maleszewski. 2004. Enhancement of photosynthetic O_2^- evolution in *Chlorella vulgaris* under high light and increased CO_2 concentration as a sign of acclimation to phosphate deficiency. Plant Physiol. Biochem. 42: 403-409.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kwon, J. H. and Ahn, Y. J. 2002. Acaricidal activity of butylidenephthalide identified in *Cnidium officinale* rhizome against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). J. Agric. Food Chem. 50(16) : 4479-4483.

Macchioni, F., Cioni, P. L., Flamini, G., Morelli, I., Perrucci, S., Franceschi, A., Macchioni, G. and Ceccarini, L. 2002. Acaricidal activity of pine essential oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored food mite. J. Agric. Food Chem. 50(16) : 4586-4588.

Malainual, N., Vichyanond, P. and Phan – Uri, P. 1995. House dust mite fauna in Thailand. Clin. Exp. Allergy. 25(4) : 554 – 560.

Miyazaki, Y. 1996. Effect of hiba (*Thujopsis dolabrata* variety *hondae*) wood oil on the house dust mite (*Dermatophogoides pteronyssinus*). J. Jpn. Wood Res. Soc. 42(6) : 624-626.

Namikoshi, M., and K. L. Rinehart. 1996. Bioactive compounds produced by cyanobacteria. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 17, 373–384.

Nan C., Zhang, H. and Zhao, G. 2004. Allelopathic interactions between the macroalga *Ulva pertusa* and eight microalgal species. Journal of Sea Research. 52: 259-268.

Oranday, M.A., Verde., M.J., Martínez-Lozano., S., J and Waksman, N., H. 2004. Active fractions from four species of marine algae. International Journal of Botanica.165-170

Ozdemir, G., Karabay, N. U., Dalay, M. C. and Pazarbasi, B. 2004. Antibacterial activity of volatile components and various extracts of Spirulina platensis. Phytotherapy Research. 18; 754–757.

Patra, J. K., A. P., Patra, N. K., Mahapatra, H., Thatoi, S., Das, R. K. Sahu, and G. C. Swain. 2009. Antimicrobial activity of organic solvent extracts of three marine macroalgae from Chilika Lake, Orissa, India. Malaysian Journal of Microbiology. 5(1) 2009. uncorrected proof

Patterson, G. M. L., L. K. Larsen, and R. E. Moore. 1994. Bioactive natural products from blue-green algae. Journal of Applied Phycology. 6, 151–157.

Platts-Mills, T. A. E. and M. D. Chapman. 1987. Dust Mite : Immonology, Allergic Disease and Environmental control. J. Allergy Clin. Immonol. 80(3): 755-775

Raouf, A. N. and B. M. I. Ibraheem. 2008. Antibiotic activity of two *Anabaena* species against four fish pathogenic *Aeromonas* species. African Journal of Biotechnology. Vol. 7 (15), pp. 2644-2648

Raynaud, S., Fourneau, C., Laurens, A., Hocquemiller, R., Loiseau, P. and Bories, C. 2000. Squamocin and benzyl benzoate, acaricidal components of *Uvaria pauci-ovulata* bark extracts. Planta Med. 66(2) :173-175.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reda, A. S. and El-Banhawy, E. 1986. Effect of coumarin and gallic acid, allelochemics, on survival, development and reproduction of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Internat. J. Acarol. 12(3) : 159-162.

Saad, E.Z., Hussien, R., Saher, F., Ahmed., Z. 2006. Acaricidal activities of some essential oils and their monoterpenoidal constituents against house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). J. Zhejiang Univ. Sci. B. 7(12): 957-962.

Schiewer, S. and Volesky, B. 2000. Biosorption Process for Heavy Metal Removal In: Environmental Microbe-Metal Interactions. ASM Press. Washington.

Sornlek, S. 2001. Isolation of acaricidal constituents agents the citrus yellow mite, *Eotetranchus cendanai* Rimando (Acarina: Tetranychidae) from undeveloped fruit of *Piper nigrum* L. M.D. Thesis of Science in Pharmacy (Pharmacognosy), Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.

Suggars, A. L., 1987. House dust mites: a review. J. Entomol. Sci. Suppl. 1: 3-15.

Suikkanen S., Fistarol, G.O. and graneli, E. 2004. Allelopathic effects of the Baltic cyanobacteria *Nodularia spumingena, Aphanizomenon flos-aquae* and *Anabaena lemmermannii* on algal monocultures. Journal of experimental Marine Biology and Ecology. 308: 85-101.

Suzuki, M., Wakana, I., Denboh, T. and Tatewaki, M. 1996. An allelopathic polyunsaturated fatty acid from red algae. Phytochemistry. 43: 63-65.

Suzuki, Y., Takabayashi, T., Kawaguchi, T. and Matsunaga K. 1998. Isolation of an allelophathic substance from the crustose coralline algae, *Lithophyllum* spp., and its effect on the brown alga, *Laminaria religiosa* Miyabe (Phaeophyta). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 225:69-77.

Teneva, I., Balik, D., Lyubka, K., Rumen, M. and M. Rumen. 2005. Toxic potential of five freshwater *Phormidium* species (Cyanoprokaryota). Toxicon. 45: 711-725.

Toma, T., Miyagi, I., Takeda, F., Kishimoto, R. and Ahagon, A. 1998. Mite fauna and abundance in dust collected from bedding and rooms in Okinawa, Japan. J. Med. Entomol. Zool. 49(4) : 309-319.

Tuney, I., B. H. Cadirci., D. Unal., and Sukatar, A. 2006. Antimicrobial activities of the Extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey). Turkish Journal of Biology. 30: 171-175.

Vichyanond, P. 2002. "Pediatric allergy and immunology at Siriraj Hospital". J. Med. Assoc. Thai. 85(2) : 569-578.

Volk, R.B. and Furkert, F.H. Antialgal, antibacterial and antigungal activity of two metabolites produced and excreted by cyanobacteria during growth. Microbiological Research. In Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Voorhorst, R. 1969. House-dust atopy and House mite Dermatophagoides pteronyssinus. Stafeu's Scientific Publishing Company Leiden, The Natherland.

Welty, C., Ressig, W. H., Dennehy, T. J. and Weires, R. W. 1998. Comparison of residual bioassay methods and criteria for assessing mortality of cyhexatin resistant European red mite (Acari : Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 81(2) : 442-448.

Yang, Y. C. , Lee, S. H., Lee, W. J., Choi, D. H. and Ahn, Y. J. 2003. Ovicidal and adulticidal effect of *Eugenia caryophyllate* bud and leaf oil compounds on *Pediculus capitis*. J. Agric Food Chem. 51(17) : 4884 – 4888.

Yang, Y. C. , Lee, S. H., Lee, W. J., Choi, D. H. and Ahn, Y. J. 2004. Ovicidal and adulticidal activity of *Eucalyptus globulus* leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anopulura : Pediculicidae). J. Agric Food Chem. 51(9) : 2507 – 25011.

เพ็ญประภา หวานสนิท, นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์, สุขุม เร้าใจ และอาภารัตน์ มหาขันธ์. 2550. "การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพื่อควบคุมสาหร่ายผลิตสารพิษ *Microcystis aeruginosa*." วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 22. ฉบับที่ 1

ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์. 2536. สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พศ. 2536. กรุงเทพฯ : ฝ่ายวัตถุมีพิษกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2550. เทคนิคบทปฏิบัติการทางกีฏวิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 195 น.

นันทวัน บุณยะประภัศร. 2536. การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืช. ใน : ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่มที่ 1, วันดี กฤษณพันธ์ (ผู้รวบรวม). หน้า 116-129. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พรพิมล ชื่นชม. 2547. การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดเพื่อการควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนตรี ตู้จินดา. 2526. โรคภูมิแพ้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. โครงการตำราศิริราช. สำนักกรุงเทพเวชสาร

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. สาหร่ายวิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 545 น.

วรรณะ มหากิตติคุณ สิริจิต วงศ์กำชัย และ สมควร สุวุฒโฑ. 2542. ชีววิทยาของไรฝุ่นและการขจัดสารภูมิแพ้จากไรฝุ่น. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 21(4) : 279-82.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2548. ผลของสารสกัดจากสาหร่ายต่อการงอกของพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36:978-981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2549. ผลของแสงและอุณหภูมิที่มีต่อความสามารถของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของ *Phormidium angustissimum* ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(6):925-928.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์. 2549. การดูดซับโลหะหนักโดยสาหร่าย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพิศ ทองรอด, ชูชาติ ชัยรัตน์, มนทกานติ ท้ามติ้น และอนันต์ ตันสุตะพานิช. 2545. ผลชองสาหร่ายผมนางและสาหร่ายหนามต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของหอยเป๋าฮื้อ. วารสารประมง 55 (5): 423-429

สุภัคชา หอมจันทร์. 2547. ความหลากหลายและชีววิทยาของไรฝุ่นในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการศัตรูพืช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุภัทรา เตียวเจริญ. 2545. การรักษาโรคภูมิแพ้. หน้า 82- 95. *ใน* การประชุมเชิงปฏิบัติการ Workshop on House Dust Mites: Systematics and Medical Importance. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวรรณา วรสิงห์, ธวัช ศรีวีระชัย, อรุณ ศรีอนันต์ และภาคภูมิ วงศ์แข็ง. 2552. สัณฐานวิทยา การเลี้ยงและการนำมาใช้ประโยชน์ของสาหร่ายผักกาดทะเล *Ulva rigida*. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2548. เทคโนโลยีสาหร่าย กับอนาคตการเกษตรของประเทศไทย. บริษัท เซเว่น พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด. กรุงเทพ. 97 หน้า.

อำมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2009. Acaricidal Activity of Essential Oil of Medicinal Plants against House Dust Mite, Dermatophagoides pteronyssinus (Trouessart). KKU Sci. J. 37(2):183-191

อำมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2551. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) ในการฆ่าไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) กันยายน – ธันวาคม

อำมร อินทร์สังข์ วรรณะ มหากิตติคุณ และ พรพิมล ชื่นชม. 2547. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อไรฝุ่น Dermatophagoides pteronyssinus (Trouessart). หน้า 43-53. ในรายงานการวิจัย โครงการ BRT 2547. กรุงเทพฯ: โครงการ BRT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้