ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

Effect of light and temperature on stability of *Spirulina* sp. and *Stigonema* sp. Extract to the germination of bioassay seed

ชื่อนักศึกษา นางสาว ปุณยวัจน์ กองสุข

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผ.ศ.ดร.สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 17 เดือน พ. ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J3140
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

Effect of light and temperature on stability of *Spirulina* sp. and *Stigonema* sp. Extract to the germination of bioassay seed

T099198

โดย

นางสาว ปุณยวัจน์ กองสุข

46040709

ปร.
2/6614
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99198
วัน,เดือน,ปี.....15 JUN 2550

b.....11882396
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

Effect of light and temperature on stability of *Spirulina* sp. and *Stigonema* sp. Extract to the germination of bioassay seed

การศึกษาผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารออกฤทธ์ทางชีวภาพของสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดกวางตุ้ง ได้ทำการศึกษาโดยสกัดสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดด้วยน้ำ และ methanol จากนั้นแยกเก็บภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน คือ 4°C สว่าง, 4°C มืด, 25°C สว่าง, 25°C มืด ในระยะเวลา 15 วัน โดยที่วันที่ 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 จะนำสารสกัดแต่ละสภาพการเก็บมาทดสอบการยับยั้งการงอกกับเมล็ดผักกาดกวางตุ้ง ความเข้มข้นที่ใช้คือ 50% 25% และ10% พบว่าการใช้น้ำในการสกัดจะทำให้สารสกัดจากสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด สามารถคงตัวและออกฤทธิ์ยับยั้งเมล็ดพืชทดสอบได้นานกว่าการใช้ methanol สกัด ภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่กำหนด พบว่า สารสกัดมีผลที่ชัดเจนต่อความคงตัวของสารสกัดจากสาหร่าย ซึ่งการสกัดด้วยน้ำจะให้ผลดีมากกว่า การสกัดด้วย methanol และพบว่าแสงมีผลอย่างเห็นได้ชัดต่อความคงตัวของสารสกัดจากสาหร่ายเมื่อเวลาผ่านไป โดยการสกัดที่เก็บในที่มืดจะมีความคงตัวมากกว่าการเก็บในที่สว่าง และการเก็บในที่อุณหภูมิ 4°C และ 25°C มีความแตกต่างกันไม่มากนัก และการใช้สาหร่าย *Spirulina* sp. จะให้ผลการยับยั้งดีกว่าสาหร่าย *Stigonema* sp. แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการการนำสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดมาใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชควรสกัดด้วยน้ำเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด และควรเก็บรักษาสารสกัดจากสาหร่ายในที่ไม่มีแสงจะทำให้สารสกัดคงตัวได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำชี้แนะและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดจนเสร็จสิ้นการทดลอง รวมถึงความรู้ในทุกรายวิชาที่ได้เรียนกับอาจารย์ ขอบคุณที่อาจารย์เสียสละเวลาให้ในการตอบทุกปัญหา และความรักความเอาใจที่อาจารย์มีให้ ขอบพระคุณค่ะอาจารย์

ขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนและให้ข้อคิดต่างๆ

ขอขอบคุณพี่ๆห้องแลปทุกคนที่ทำงานกันอย่างเหนื่อยเหนื่อย ทำให้มีวันนี้ได้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณ ชญานิศ ศิรินภาดล ภาควิชาพืชสวน ที่ช่วยให้คำปรึกษา กำลังใจ และช่วยเหลือในทุกๆด้านในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ที่รัก คุณพ่อ พี่เอ็ม น้าเกตุ และญาติทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด และขอบคุณที่คอยอบรมสั่งสอนเลี้ยงดูจนเติบโตเป็นคนดี และให้โอกาสจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณยาย ที่ทำให้คุณแม่ได้เป็นตัวอย่างที่ดีในการดำเนินชีวิตของข้าพเจ้า ถึงแม้ตอนนี้คุณยายจะอยู่บนสวรรค์ ข้าพเจ้าก็จะขอจดจำคุณยายไว้ในใจตลอดไป

นางสาว ปุณยวัจน์ กองสุข

เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	2
การปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลสู่สภาพแวดล้อม	5
ผลของสารอัลลีโลเคมิคอลต่อการเจริญเติบโตของพืช	5
วิธีการสกัดสารจากพืช	6
สารสกัดจากสาหร่าย	7
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย	7
การเกิดอัลลีโลพาธิคในพืช	10
ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากธรรมชาติ	11
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	18
สรุปและข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ที่ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาในสภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	19
2	จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาในสภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	20
3	จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	22
4	จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	23
5	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	25
6	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	26
7	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	27
8	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	28
9	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	31
11	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	32
12	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน	33

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สาหร่าย *Spirulina* sp.	4
2	สาหร่าย *Stigonema* sp.	4

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp.โดยการใช้น้ำสกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ 10%	40
2	การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp.โดยการใช้ methanol สกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ10%	40
3	การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp.โดยการใช้น้ำสกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ 10%	41
4	การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย*Stigonema* sp.โดยการใช้ methanol สกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ10%	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้มีการใช้สารกำจัดวัชพืชที่สังเคราะห์จากสารเคมีในการกำจัดวัชพืชเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมาย ดังนั้น หลายๆ ฝ่ายจึงได้พยายามลดการใช้สารเคมี โดยการนำเอาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตได้จากสิ่งมีชีวิตต่างๆ มาควบคุมวัชพืช ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) เนื่องจากมีรายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินด้วยกันเองและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้หลายสกุล ส่งผลกระทบต่อพืชหรือสาหร่ายข้างเคียงเป็นอันตรายถึงตายได้ ซึ่งสารที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้ เรียกว่า อัลลีโอเคมีคอล (allelochemical) และเรียกปรากฏการณ์ที่พืชปล่อยสารพิษชนิดนี้ว่า อัลลีโอพาที (allelopathy) ทั้งนี้สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายอยู่ทั่วไปและสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่ายและรวดเร็ว จึงได้มีการนำสาหร่ายมาเพาะเลี้ยงและสกัดเพื่อนำมายับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช แต่สารสกัดจากสาหร่ายนั้นมีความคงตัวต่ำและเสื่อมสภาพได้ง่ายจึงทำให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้เมื่อสารสกัดจากสาหร่ายเสื่อมสภาพจะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในการทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของสารสกัดจากสาหร่าย เพื่อกำหนดสภาพในการเก็บรักษาและสารที่นำมาสกัด ที่จะทำให้สารสกัดจากสาหร่ายมีความคงตัวได้นานและออกฤทธิ์ได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทำการศึกษาในสาหร่าย 2 ชนิดที่สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งวัชพืชได้คือ *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp.

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสารที่นำมาสกัดและหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่ทำให้สารสกัดจากสาหร่ายเกิดความคงตัวและมีผลการยับยั้งการงอกในเมล็ดพืชทดสอบได้เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น รวมถึงการส่งผลต่อความยาวของลำต้นและรากของเมล็ดพืชทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1.สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) จัดอยู่ใน Division Cyanophyta หรืออาจจะมีชื่อเรียกเป็นดิวิชั่นอื่น เช่น Myxophycophyta, Cyanochloronta และCyanophycophyta (Bold and Wynne,1985) ทางผู้เชี่ยวชาญทางด้านแบคทีเรียจะเรียกว่า Cyanobacteria เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีโครงสร้างของนิวเคลียสคล้ายคลึงกับนิวเคลียสของแบคทีเรีย และบางชนิดยังมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางชีววิทยา คล้ายกับแบคทีเรียด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ในวิชาสาหร่ายยังจัดกลุ่มของสาหร่ายพวกนี้มาจากแบคทีเรีย เพราะสาหร่ายชนิดนี้มีคลอโรฟิลล์ เอ และการปล่อยออกซิเจนสู่สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งไม่พบในแบคทีเรีย สาหร่ายในดิวิชันนี้เป็นสิ่งมีชีวิตที่โบราณที่สุดในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ในเซลล์ แต่ถึงแม้ว่าโครงสร้างภายในเซลล์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะธรรมดา และค่อนข้างโบราณมากก็ตาม แต่กระบวนการเมตาบอลิซึมของสาหร่ายชนิดนี้เป็นที่น่าสนใจอันก่อให้เกิดประโยชน์ในทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และเศรษฐกิจโดยส่วนรวม ซึ่งคุณสมบัติประการนี้ทำให้มีผู้สนใจทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายในดิวิชันนี้จำนวนมาก

การจำแนกหมวดหมู่ (Classification)

ยึดตามหลักเกณฑ์ของ Desikachary (1959) โดยจะแบ่งออกเป็น 5 order

Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae

Order 1 Chroococcales

Family chroococcaceae Genus *Anacystis, Chroococcus, Gloeocapsa, Merismopedia, Microcystis*

Order 2 Chamaesiphonales

Order 3 Pleurocapsales

Order 4 Nostocales

Family 1 Oscillatoriaceae Genus *Oscillatoria, Lyngbya, Spirulina, Phormidium*

Family 2 Nostocalceae Genus *Anabaena, Anabaenopsis, Raphidiopsis*

Family 3 Scytonemataceae Genus *Scytonema, Tolypothrix*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Family 4 Rivulariaceae Genus *Rivularia, Calothrix, Gloeotrichia*

Order 5 Stigonematales

Family 1 Nostochopsidaceae

Family 2 mastigocladaceae

1.1 ชีววิทยาของสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp.

Spirulina sp.จัดอยู่ใน Order Oscillatoriales มีลักษณะเป็นเส้นสายคล้ายเกลียวสว่าน ผนังเซลล์แต่ละเซลล์บางมากจึงมองไม่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา มีลักษณะเป็นเซลทรงกระบอกหลายเซลเรียงต่อกันเป็นเส้นสายตรง หรือขดเป็นเกลียว หรือ เป็นวง ไม่มีกิ่งก้าน เรียกว่า ไตรโคม (trichome) โดยเซลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-12 ไมโครเมตร ขนาดความกว้าง ยาว ของไตรโคมขึ้นกับชนิดของสาหร่าย และสภาวะแวดล้อมที่สาหร่ายเจริญเติบโต สาหร่ายสไปรูลินาเป็นจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่มีการเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซล (binary fission) เท่านั้น เซลล์สาหร่ายสไปรูลินาไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และคลอโรพลาสต์ แต่มีผนังเซลล์ประกอบด้วยเยื่อหุ้มชั้นนอก และเยื่อพลาสมาที่มีชั้นของเปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) แทรกอยู่ระหว่างเยื่อทั้งสอง และมีเยื่อไทลาคอยด์ (thylakoid mebrane) ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และเป็นแหล่งที่พบรงควัตถุสังเคราะห์แสงต่างๆ เช่น chlorophyll-a ,carotenoids, phycocyamin และ allophycocyanin นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินาบางสายพันธุ์อาจมีถุงอากาศเล็กๆ อยู่ภายในไซโตพลาสซึมทำให้สามารถลอยตัวได้

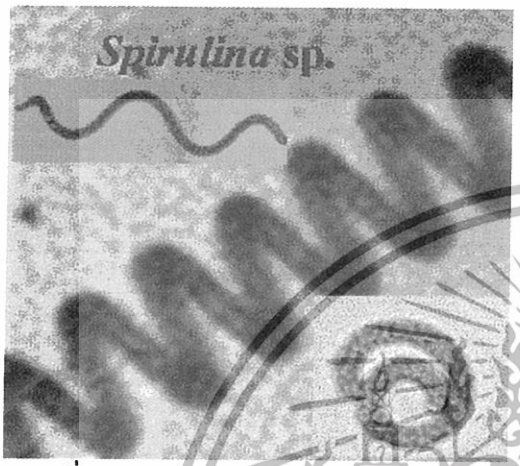
คุณประโยชน์ของสาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายสไปรูลินา จัดเป็นแหล่งอาหารที่อุดมด้วยโปรตีนซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 50-70 ของน้ำหนักแห้ง มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณร้อยละ 12-20 นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินายังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการผลิตสารเคมีสำคัญซึ่งพบไม่ค่อยพบในสิ่งมีชีวิตอื่น โดยประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายพันธะ (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยเฉพาะกรดแกมม่า - ลิโนเลนิค หรือ GLA (g -linolenic acid, 18:3 w 6), รงควัตถุธรรมชาติ เช่น ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และคาโรทีนอยด์ ชนิด myxoxanthophyll, zeaxanthin และสารพวกโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) จึงนิยมเพาะเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรม และนำผลผลิตที่ได้ไปเป็นอาหารสัตว์หรืออาหารเสริมของคน เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง

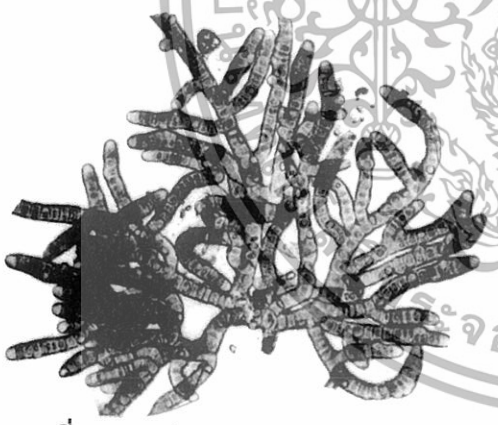
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของสาหร่าย *Stigonema* sp.

ปัจจุบันยังไม่มีการนำสาหร่าย *Stigonema* sp.มาใช้ประโยชน์มากนัก แต่ได้มีการนำสาหร่าย *Stigonema* sp. มาสกัดนำเอาสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. มาใช้ในการกำจัดวัชพืช จึงนำมาใช้เพื่อนำสารสกัดจากสาหร่ายมาใช้ให้ก่อประโยชน์สูงสุด .



ภาพที่ 1 **สาหร่าย** *Spirulina* sp.
ที่มา http://www.scithai.com/stdb/ctimages/ct122-1.gif



ภาพที่ 2 **สาหร่าย** *Stigonema* sp.
ที่มาhttp://sumpf.chat.ru/photo1.JPG.JPG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคอลสู่สภาพแวดล้อม

สารอัลลีโลเคมิคอลจากพืชชนิดหนึ่งจะมีผลได้นั้นจะต้องมีการปลดปล่อยสารดังกล่าวออกมาสู่สภาพแวดล้อม และส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิต อื่นๆซึ่งการปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมอคอลจากพืชชั้นสูงที่ผลิตสารขึ้นมอกสู่สภาพแวดล้อมสามารถเกิดขึ้นได้ 4 วิธี คือ

1. การระเหย (volatilization) สารอัลลีโลเคมีคอลจะระเหยออกมาจากส่วนต่างๆ ของพืชสู่บรรยากาศรอบๆต้นพืช ซึ่งสารที่ระเหยออกจากต้นพืชส่วนมากจะเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ สารในกลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย เช่น สารระเหยจากยูคาลิปตัส (*Eucalyptus citriodora*)

2. การชะล้าง (leaching) สารอัลลีโลเคมิคอลจะถูกปลดปล่อยออกมาจากพืชโดยการชะล้างของน้ำฝน น้ำค้างหรือน้ำที่ให้กับพืช น้ำเหล่านี้จะเป็นตัวทำละลายสารอัลลีโลเคมีคอลจากพืชผู้ผลิตและนำพาสารดังกล่าวไปยังพืชอื่นๆ เช่น พืชพวกสน (*Pinus densiflora*) มีสารอัลลีโลเคมิคอลที่สามารถละลายออกมากับน้ำฝนและแสดงความเป็นพิษกับพืชบริเวณนั้นได้

3. การปลดปล่อยออกทางราก (root exudation) เป็นการปลดปล่อยสารออกจากต้นพืชโดยการขับออกทางราก เช่น วัชพืช *Echinacea angustiflolia* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Asteraceae มีการปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลออกมาทางรากทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าในด้านความยาวส่วนรากและปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดหอม (*Lactuca sativa Linn.*) *Panicum viagatum* และ *Sporobulus heterolepsis* ลดลง

4. การสลายตัวของซากพืช (decomposition of plant residue) เป็นการปลดปล่อยสารออกมาจากใบหรือส่วนต่างๆของพืชที่ร่วงหล่นลงบนพื้นดินหรือทับถมอยู่ในดิน และเกิดการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติหรือถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน และปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลออกมาทำให้มีผลกระทบต่อพืชอื่นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น สารที่ปลดปล่อยออกจากถั่วอัลฟัลฟาสารมารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของแตงกวา (*Cucumis sativus L.*)

3. ผลของสารอัลลิโลเคมิคอลต่อการเจริญเติบโตของพืช

สารอัลลิโลเคมิคอลเมื่อถูกปลดปล่อยออกมาสู่สภาพแวดล้อมจะมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆที่ได้รับสารเข้าไป โดยผลกระทบทางตรงจะเป็นผลที่มีต่อลักษณะต่างๆของการเจริญเติบโต และกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ส่วนผลทางอ้อมจะเป็นผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน สภาพของธาตุอาหาร การเปลี่ยนแปลงประชากร และกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตต่างๆทั้งที่เป็นอันตราย และเป็นประโยชน์ต่อพืช ผลของสารอัลลิโลเคมิคอลอาจเกิดจากการผสมของสารหลายชนิดทำปฏิกิริยาร่วมกัน และมีผลกระทบต่อกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมๆกันหรือต่อเนื่องกัน ผลกระทบของสารอัลลีโลเคมิคอลที่มีต่อกระบวนการหรือปฏิกิริยาต่างๆของพืชที่เป็นผู้รับสารนั้นเกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ สารที่มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าส่วนมากจะมีกลไกการออกฤทธิ์ โดยไปยับยั้งการแบ่งเซลล์ และการยืดตัวของเซลล์ เช่น การแบ่งตัวของเซลล์รากพืชจะถูกยับยั้งโดยกรดพาราซอบิก (parasorbic acid) สารคูมาริน (coormarin) และสารสโคโปเลทิน (scopoletin)

2. ปฏิกิริยาร่วมกับฮอร์โมนพืช สารสโคโปเลทินจะมีผลยับยั้งการทำงานของออกซิน (auxin) ในพืช ส่วนการเจริญเติบโตของไฮโพคอทิล (hypocotyl) ของต้นกล้าแตงกวาจะถูกยับยั้งโดยสารแทนนิน ซึ่งมีผลต่อการสร้างจิบเบอเรลลินในพืช

3. การสังเคราะห์แสง

4. การหายใจ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic) เป็นสารอัลลีโลเคมิคอลที่มีผลต่อการทำงานของไมโทคอนเดรีย (mitochondria) และกระบวนการหายใจของพืช

5. การดูดซึมธาตุอาหาร พืชที่ได้รับสารอัลลีโลเคมิคอลจะทำให้การดูดซึมของธาตุอาหารลดน้อยลง เช่น สารสกัดจากใบแห้งของ parthenium มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการดูดน้ำ และธาตุอาหารของรากผักตบชวาลดลง

6. การสังเคราะห์โปรตีน สารอัลลีโลเคมิคอลหลายชนิดมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน โดยกรดซินนามิกและกรดเพ่อรูลิก ซึ่งเป็นสารอัลลิโลเคมิคอลมีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีนของต้นกล้าผักกาดหอมลดลง

7. ความสามารถของเมมเบรนในการยอมให้สารซึมผ่าน พบว่ามีสารระเหย 2 ชนิด ของกลุ่มเทอร์พีนอยด์ คือ สารซีนีโอล (cinrole) และสารไดเพนทีน (dipentene) จากใบของ *Salvia leucophylla* จะลดความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

8. การสังเคราะห์เลกฮีโมโกลบิน และการตรึงไนโตรเจน วัชพืชหลายชนิดที่พบในไร่นาจะยับยั้งการเจริญเติบโตของไรโซเบียม และยับยั้งการสร้างปมในพืชตระกูลถั่ว ตลอดจนการสังเคราะห์เลกฮีโมโกลบินในปมของพืชตระกูลถั่วด้วย

วิธีการสกัดสารจากพืช

ชอุ่ม (2536) และ เสียง (2532) ได้แบ่งวิธีการสกัดสารจากพืชออกเป็น 4 วิธี ดังนี้

1. การหมัก (fermentation) เป็นการเอาชิ้นส่วนของพืชซึ่งตากแห้งหรือชิ้นส่วนสดตัดเป็นท่อนหรือบดละเอียดมาแช่น้ำหรือสารเคมี แล้วทิ้งไว้ระยะหนึ่งซึ่งอาจเป็นวันหรือเป็นชั่วโมง เมื่อหมักได้ตามที่กำหนดแล้วจึงกรองแยกกากออกแล้วจะได้สารละลายจากพืชเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีสกัดด้วยสารเคมี (chemical extraction) เป็นการสกัดชิ้นส่วนของพืชที่ตากแห้งหรืออบแห้งด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆแล้วนำส่วนที่สกัดได้มาระเหยแห้งด้วยความดันต่ำแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นภายใต้อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทดสอบต่อไป ตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เช่น hexeane, ether, dichloromethanes, alcohol

3. วิธีสกัดด้วยไอน้ำ (water-system distillation) เป็นวิธีที่ได้ผลดีในพืชที่มีกลิ่นหรือน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบ โดยอาศัยหลักการของไอน้ำร้อนทำให้สารน้ำมันหอมระเหยโดยใช้สารละลายอินทรีย์ แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำ เก็บสารที่ได้ในตู้เย็นเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

4. วิธีสกัดด้วยน้ำธรรมดา (water extraction) เป็นวิธีแบบง่ายๆโดยการนำชิ้นส่วนต่างๆของพืชตัดเป็นชิ้นเล็กๆและแช่น้ำในอัตราส่วนของพืชต่อน้ำ 1:2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรหรืออย่างน้อยให้มีปริมาตรน้ำท่วมชิ้นส่วนของพืช แช่ทิ้งค้างคืนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยผ้ากรองอย่างละเอียดเก็บสารที่กรองได้ไว้ในตู้เย็น เพื่อนใช้ในการทดลองต่อไป

4. สารสกัดจากสาหร่าย

เนื่องจากมีรายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินด้วยกันเองและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้หลายสกุล เช่น *Scytonema hofmanni* สามารถผลิตสาร cyanobacterin ที่มีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนที่ระบบแสงสอง (Mason et al., 1982) และสาร cyanobacterin LU-1 และ LU-2 ที่สกัดได้จาก *Nostoc iinckia* CALU 892 และ 893 สามารถยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในระบบแสงสองตรงตำแหน่ง QB และสารสกัดจาก *Oscillatoria laetevirens* ที่มีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในระบบแสงสอง (Smith and Doan, 1999) เป็นต้นด้วยเหตุนี้ ในการทดลองนี้จึงมีแนวความคิดที่จะนำเอาสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Fischerella muscicola* (Thuret) Gomont มาศึกษาผลของสารดังกล่าวต่อการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการควบคุมวัชพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

5. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่าย

5.1 Volk and Furkert (2005) ได้ศึกษากิจกรรมแอนตี้ไมโครไบอัล (antimicrobial activity หมายถึง สารซึ่งทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็ก หรือ microorganism or microbe เช่น แบคทีเรีย ฟังไจ ไวรัส หรือปรสิต) ของ cyanobacterial exometabolites 2 ชนิด ได้แก่ norharmane (9Hpyrido(3,4-b)indole) และ 4,40-dihydroxybiphenyl ที่ได้มาจากกิจกรรมการต่อต้านไซยาโนแบคทีเรีย ถูกวัดในการตรวจสอบทางเคมีชนิดลอยปนอยู่ในน้ำ (suspension assays)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจพบกิจกรรมต่อต้านไซยาโนแบคทีเรีย หรือ anticyanobacterial activities (concentrations of 8–80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ moderate antibacterial (16–160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ antifungal (32–40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่ดีในส่วนประกอบทั้งสองส่วน หน้าที่ตามธรรมชาติเป็นสารเคมีอัลลีโลพาธิค (allelopathic chemicals) และเป็นไปได้ที่ใช้ได้เป็นสารกันเน่า (antifouling agents) หรือพิจารณาว่าจะนำไปสู่การพัฒนาสารเคมีกันเน่าแบบใหม่

5.2 Suikkanen et al. (2004) ได้ศึกษาผลของอัลลีโลพาธิค (allelopathic effects) จากไซยาโนแบคทีเรีย 3 ชนิด (species) คือ *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon flos-aquae* และ *Anabaena lemmermannii* ซึ่งทำให้เกิดเหตุการณ์ขนาดใหญ่ (mass-occurrences) ในทะเลบอลติก (Baltic Sea) อยู่เสมอ และได้แสดง monocultures ของ phytoplankton จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Thalassiosira weissflogii*, *Rhodomonas* sp. และ*Prymnesium parvum* ต่อไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) ที่มีการกรองเซลอย่างอิสระ (cell-free filtrates) 3 ชนิด แล้ววัดปริมาณของอัลลีโลพาธิค (allelopathic effects) จากการนับจำนวนของเซล เรายังได้สืบสวน (investigated) บทบาทในการเจริญเติบโตในขั้นต่างๆ ของไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) ในอัลลีโลพาธี (Allelopathy) ของมัน โดยการเปรียบเทียบผลกระทบ (effects) จากตัวอย่าง (exponential) และขั้นการเพาะเลี้ยงแบบอยู่กับที่ (stationary phase) ของ *N. spumigena* ในการทดลองทั้งหมดไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Rhodomonas* sp. แต่ไม่มีผลกระทบต่อ *P. parvum* ผลกระทบที่มีต่อ *T. weissflogii* ค่อนข้างจะไม่คงที่ และพวกมันถูกขยายโดยการเพิ่มตัวกรอง (filtrate additions) ที่ซ้ำกันเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มตัวกรองแบบครั้งเดียว *N. spumigena* เป็นอัลลีโลพาธี (Allelopathic) ในส่วนประกอบ มากกว่าขั้นการเจริญเติบโตแบบประจำที่ (stationary growth phase) ในขณะที่ตัวกรองการเพาะเลี้ยง (culture filtrate) ค่อนข้างเป็น hepatotoxic ในขั้นที่อยู่กับที่ (stationary phase) ดังนั้นในบางที Hepatotoxins อาจจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเป็นผลอัลลีโลพาธิค (allelopathic effects) ซึ่งก็มีข้อบ่งชี้โดยคุณสมบัติของอัลลีโลพาธิค (allelopathic properties) ที่ไม่เป็นสารที่มีพิษ (non-toxic) ของ *A. flos-aquae* และ *A. lemmermannii* ผลที่ได้รับนี้แสดงให้เห็นว่า Baltic cyanobacteria ธรรมดามีผลต่อการดำรงอยู่ของ phytoplankton species ในทางลบ อัลลีโลพาธี (Allelopathy) ดังนั้นอาจจะมีบทบาทในการต่อสู้ระหว่างคุณสมบัติต่างๆ (interspecific competition) และสนับสนุนการเกิด cyanobacterial bloom

5.3 Jin and Dong (2003) ได้ศึกษาผลกระทบทางอัลลีโอพาธิคของเนื้อเยื่อสดและเป็นผงแห้ง (fresh tissue and dry powder) ของ *Ulva pertusa* พันธุ์ที่มีเพศและไม่มีเพศเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* และ *Alexandium tamarense* ทดลองด้วยการใช้ระบบการเพาะเลี้ยงแบบอยู่อาศัยร่วมกันในระยะเวลานาน ซึ่งใช้เนื้อเยื่อสดและเป็นผงแห้งของสาหร่ายหลายๆ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น ผลของตัวกลางของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยง (macroalga culture medium) ที่ไหลรั่วออกมาของสาหร่ายที่เป็นภัยร้ายแรง HAB algae (Harmful Algal Bloom - HAB) ทั้งสองชนิดได้สร้างระบบการแยกการเพาะเลี้ยงร่วมกัน เพื่อยืนยันการคงอยู่ของเคมีของอัลลีโอ (allelochemicals) และทำให้หมดข้อสงสัยของการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยการสัมผัสโดยตรง การตรวจผลอัลลีโอในระยะสั้นของสาหร่าย *H. akashiwo* ได้นำออกมาเพื่อวัดค่าอัตราการเจริญเติบโตของเซลล์สาหร่าย ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของ *H. akashiwo* และ *A. tamarense* ถูกยับยั้งอย่างเต็มที่โดยเนื้อเยื่อสดและเป็นผงแห้งของ *Ulva pertusa* พันธุ์ที่มีเพศและไม่มีเพศ allelochemicals มีอันตรายอย่างร้ายแรงต่อ *H. akashiwo* และมีความเข้มข้นค่อนข้างสูง ของไมโครอัลกาที่เพาะเลี้ยง (macroalga culture medium) ที่หลั่งออกมาแสดงว่าไม่ปรากฏการเจริญเติบโตในการยับยั้งของอัลจี HAB algae ทั้งสองภายใต้สภาวะการหลั่งในระยะเริ่มต้นหรือกึ่งการต่อเนื่อง ซึ่งสามารถคาดเดาได้ว่าการหลั่งอย่างต่อเนื่องของปริมาณจำนวนเล็กน้อยของ allelochemicals ที่ทำให้เสื่อมลงอย่างรวดเร็วจากเนื้อเยื่อสดของ *Ulva pertusa* ทั้งสองสายพันธุ์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* และ *Alexandium tamarense* อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 Gleason and Baxa (1999) รายงานว่า สารที่สกัดได้จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเรียกว่า ไซยาโนแบคทีริน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติจะมีพิษต่อสาหร่ายด้วยกันเองโดยความเข้มข้นที่เป็นพิษจะอยู่ที่ประมาณ 5 μM โดยพวกเขาพิสูจน์ว่า ไซยาโนแบคทีรินจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพวกยูคาริโอตที่ความเข้มข้นเดียวกันกับพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

5.5 Gleason and Case (1986) ได้ศึกษาผลของไซยาโนแบคทีรินต่อการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัยอยู่บนดิน โดยทดลองฉีดไซยาโนแบคทีรินในปริมาณต่างๆ และดูผลการเจริญเติบโตจากน้ำหนักแห้งหลังจากทดลองเป็นเวลา 15 วัน ซึ่งที่ความเข้มข้นสูง จะมีผลต่อพืชในระยะเวลาอันสั้นทำให้น้ำหนักแห้งที่ได้น้อยมาก แสดงว่าไซยาโนแบคทีรินจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และที่ความเข้มข้นสูงจะสามารถฆ่าพืชได้ไม่ทั้งหมด จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช แต่พืชที่ปลูกด้วยไซยาโนแบคทีรินจะตายหมดภายใน 20-25 วัน หลังจากที่ฉีดด้วยไซยาโนแบคทีริน และรายงานว่า ไซยาโนแบคทีรินที่สกัดจาก *Scytonema hofmanni* มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัยอยู่ในน้ำ (*Lemma* sp.) โดยทดลองปลูก *Lemma* sp. ในความเข้มข้นของไซยาโนแบคทีรินที่ระดับต่างๆเป็นเวลา 14 วัน โดยดูผลจากจำนวนต้นที่เจริญเติบโต พบว่า *Lemma* sp. ที่ไม่ได้รับความเข้มข้นจากไซยาโนแบคทีรินจะมีจำนวนต้นที่เจริญเติบโตหรืองอกมากที่สุด ส่วน *Lemma* sp. ที่ได้รับความเข้มข้นจากไซยาโนแบคทีรินมีจำนวนต้นที่เจริญเติบโตหรืองอกน้อยลงเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของไซยาโนแบคทีรินเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเกิดอัลลีโลพาธิคในพืช

Uk Chon et al. (2005) ได้ศึกษาพืชสายพันธุ์ Lettuce (*Lactuca sativa* L.) เพื่อหาค่าของผลของ allelopathy ของส่วนที่เป็นน้ำ (aqueous extracts) หรือเมทานอล (methanol extracts) และส่วนที่เหลือ (residues) จากพืช Lettuce ที่ผ่าน Petri dish และการทดสอบด้วยขวด - pot tests การวิจัยนี้จะส่งเสริมความเข้าใจอันดีของกลไกทางอัลลีโอพาธิคในธรรมชาติและระบบนิเวศวิทยาทางการเกษตร ผลของอัลลีโอพาธิค (allelopathic effect) และการวิเคราะห์หาสาเหตุของสารอัลลีโอพาธิค (causative allelochemicals) พืชสายพันธุ์ Lettuce (*Lactuca sativa* L.) มีสารซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำ (water-soluble substances) ที่เป็น allelopathy ที่มีน้ำ หรือ เมธานอล ที่แยกออกมาได้ หรือส่วนที่เหลือเป็นกากจากใบของการเพาะปลูก lettuce "Cheongchima" ซึ่งแสดงออกผลกระทบในการยับยั้งมากที่สุด ถูกตรวจสอบเพื่อหาผลกระทบทางอัลลีโอพาธิค (allelopathic effects) ในการเพาะเมล็ด (seed germination) และการเติบโตก่อนการงอก (early seedling growth) ของสายพันธุ์พืชหลายๆ อย่าง ส่วนที่แยกออกมาได้ที่เป็นน้ำ (aqueous extracts) นำไปใส่ในกระดาษกรองเพื่อแสดงการยับยั้งการเพาะเมล็ด (inhibited seed germination) ของหญ้า alfalfa ด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของส่วนที่แยกออกมาได้ (extract concentration) เมธานอล (methanol) ที่แยกออกมาได้จาก ของพืชสายพันธุ์ lettuce แสดงออกมากที่สุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตระดับรากหญ้า (alfalfa root growth) ของหญ้า alfalfa และตามมาด้วย ethylacetate, butanol และเศษที่เป็นน้ำ (water fractions) รวมเข้าไว้กับกากใบจำนวน 100 กรัมต่อกิโลกรัมภายในดินแสดงการยับยั้งการงอกและรากของหญ้า barnyard grass 79% และ 88% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าสิ่งที่คัดแยก (extracts) หรือส่วนที่เหลือ (residues) จากพืชสายพันธุ์ lettuce มีกิจกรรมอัลโลพาธิคที่รุนแรง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรากหญ้า alfalfa อย่างสมบูรณ์ และกิจกรรมเหล่านั้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการเพาะปลูก การคัดแยก (extract) หรือเศษส่วน (fraction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากธรรมชาติ

7.1 Esteve et al. (2005) ได้ศึกษาและทำการตรวจสอบทางด้าน physicochemical และคุณภาพของน้ำส้มแช่เย็น ที่มีการผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อน้อยที่สุด และทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษา โดยจะทำการประเมินผลในช่วงเวลา 1-6 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ -40°C เป็นตัวควบคุม มีการวิเคราะห์ค่า essential oil, acidity, conductivity, diacetyl index, hydroxymenthylfurfural, formol index, viscosity และ ascorbic acid พบว่าค่าต่างๆที่ทำการวิเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C มากกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C ส่วนค่า density, colour และ pectinmethylesterase ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C ซึ่งพารามิเตอร์บางตัวสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพ หรือการเสียของน้ำผลไม้ไม่ได้ อายุความทนในการเก็บของน้ำผลไม้ช่วงเวลาที่น้อยที่สุด 42 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และน้อยที่สุด 35 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C

7.2 Gouveia and Empis (2003) ได้ศึกษาความคงตัวของ carotenoid ในสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็ก carotenoid เป็นตัวที่ทำให้เกิดสีในอาหารสัตว์และอาหารคน ผู้บริโภคมีความต้องการมาก แต่การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติยังมีข้อจำกัดอยู่เนื่องจากว่ามีความคงตัวต่ำ และเสื่อมสลายในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องได้ง่าย เพราะฉะนั้นการเก็บรักษาจึงมีความสำคัญต่อการคงตัวของสารสกัด ในทางอุตสาหกรรม สามารถทำให้สารสกัดจากธรรมชาติมีความคงตัวมากขึ้นได้โดยการแยกออกซิเจนออกไปขณะที่ทำการสกัด จากข้อมูลเหล่านี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะสร้างสภาพการเก็บรักษาให้เก็บสาร carotenoid ได้นานถึง 1.5 ปี โดยไม่สลายไป ซึ่ง microalgal เป็นสาหร่ายที่มีแหล่ง carotenoid จำนวนมาก และเป็นห่วงโซ่อาหารสำหรับสัตว์น้ำ เป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้ในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตาม carotenoid ก็มีความไม่คงตัว เสื่อสลายได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสง อุณหภูมิ หรือ pH ที่สูงหรือต่ำเกินไป จึงมีการประเมินสภาพการเก็บ carotenoid ให้มีความคงตัวโดยสกัดจากตัวอย่างสาหร่าย 2 ชนิด คือ *Chlorella vulgaris* และ *Haematococcus* pluvialis แล้วทำการวัดปริมาณ carotenoid ที่สกัดจากตัวอย่างโดยวิธี spectrophotometer และสาหร่ายจะถูกทำให้แห้งและเก็บในระยะเวลา 1.5 ปี โดยสภาพที่เก็บคือเปิดแสงภายใต้อุณหภูมิห้อง, ในที่มืดภายใต้อุณหภูมิห้อง, สภาพเย็นที่อุณหภูมิ-18°C ในที่มืด, เติมสารยับยั้งการเสื่อม 0.01% วิตามินซี ที่อุณหภูมิห้องและมืด,ภายใต้สุญญากาศ ในที่มือ ($P<0.05$atm) และภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนในที่มืด, carotenoid ที่สกัดแล้วจากสาหร่ายเก็บรักษาภายใต้สภาพเดียวกันดังกล่าวเป็นเวลา 6 เดือน ผลที่ได้คือ จำนวน carotenoid ทั้งหมดจาก *Chlorella vulgaris* ภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่ต่างกันในการทดลองนาน 1.5 ปี ในที่มีแสงภายใต้อุณหภูมิห้อง ปริมาณ carotenoid มีความคงตัวอยู่ได้ 2.5 เดือน (เสื่อมสลาย 10%) และหลังจากนั้น 1 ปี ปริมาณ carotenoid ลดลงครึ่งหนึ่ง สภาพที่ดีที่สุดคือ ภายใต้สุญญากาศ ซึ่งปริมาณ carotenoid เสื่อมไปเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แค่ 6% หลังจาก 1.5 ปี ความคงตัวของ *Chlorella vulgaris* กับ *Haematococcus* pluvialis เหมือนๆกัน สภาพที่ดีที่สุดคือภายใต้สุญญากาศ ซึ่งปริมาณ carotenoid ยังคงมีอยู่90% จากจำนวนเริ่มต้นหลังจากผ่านไป 1.5 ปี

7.3 Cinar (2005) รายงานว่า ความคงตัวระหว่างที่ทำการเก็บรักษาเอาไว้นั้นเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญมากที่ทำให้เกิดการยอมรับและดึงดูดความสนใจในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้จึงได้ทำการศึกษา ซึ่งตัวอย่างการทดลองที่ใช้เป็นแหล่งของ carotenoid pigment คือ sweet potato โดยใช้เอนไซม์ pectinase และ cellulose ในการสกัดวิเคราะห์โดย Perkin-Elmer brand UV-Vis spectrophotometer การทดสอบความคงตัวศึกษาผลของ แสง, ความมืด, อุณหภูมิ, การฟอก (blanching), การทรีทด้วย 0.2% sodium-bisulfite หรือ ทั้งฟอกและทรีทด้วย 0.2% sodium-bisulfite ส่วน pigment ที่สกัดได้ เก็บไว้ในขวดเล็กๆในสภาพ 25°C มีแสง, 25°C มืด, 4°C (refrigerate) และ 40°C (oven) ผลที่ได้พบว่า sweet potato ที่ไม่ได้รับการทรีทก่อนทำการสกัด เมื่อเก็บในสภาพ 4°C หลังจาก 120 วัน สามารถรักษา pigment เอาไว้ได้ 42.8% สภาพ 25°C ในที่มืดและมีแสง หลังจาก 85 วัน และ 40°C หลังจาก 47 วัน เก็บรักษา pigment ได้ 0%

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

1. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp.
2. เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง
3. กระดาษสำหรับเพาะเมล็ดผัก
4. น้ำกลั่น
5. สารเคมี methanol

อุปกรณ์

1. ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร
2. โหลแก้วขนาด 10 ลิตร
3. ชุดให้อากาศ
4. ตู้อบ (Hot air oven)
5. โกร่งบด
6. ช้อนตักสาร
7. บีกเกอร์
8. กระบอกตวง
9. ผ้าขาวบาง
10. แท่งแก้วคนสาร
11. เครื่องชั่ง
12. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator)
13. Plateขนาดเล็ก
14. คีมคีบ
15. ปิเปต
16. ไม้บรรทัด
17. สำลี , aluminum foil
18. สวิงกรองสาหร่ายขนาด 40 µ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมการทดลอง

1. การเตรียมปุ๋ยสำหรับเพาะสาหร่าย

ปุ๋ยที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. คือ BG-11 ซึ่งนิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนผสม	ความเข้มข้น	
โซเดียมไนเตรต	1.5	กรัม/ลิตร
ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต 7-ไฮเดรต	0.040	กรัม/ลิตร
แมกนีเซียมซัลเฟต 7-ไฮเดรต	0.075	กรัม/ลิตร
แคเซียมคลอไรด์ 2-ไฮเดรต	0.036	กรัม/ลิตร
กรดซิตริก	0.006	กรัม/ลิตร
เฟอริคแอมโมเนียมซิเตรต	0.006	กรัม/ลิตร
ไดโซเดียมแมกนีเซียม	0.001	กรัม/ลิตร
โซเดียมคาร์บอเนต	0.020	กรัม/ลิตร
Trace Metal Mix A5+Co	1	มิลลิลิตร
Deionized water ให้ครบ	1	ลิตร

สารละลายในสูตรอาหารนี้หลังการนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) และเย็นแล้ว pH จะเท่ากับ 7.4

Trace Metal Mix A5+Co ใช้ได้ทั่วไปกับสูตรอาหาร (media) ต่างๆ เตรียมโดยใช้สารเป็นหน่วย กรัมต่อลิตร มีสารต่างๆดังนี้

กรดบอริก	2.86	กรัม/ลิตร
แมงกานีสคลอไรด์ 4-ไฮเดรต	1.81	กรัม/ลิตร
ซิงก์ซัลเฟต 7-ไฮเดรต	0.222	กรัม/ลิตร
โซเดียมโมลิบเดต 2-ไฮเดรต	0.390	กรัม/ลิตร
คอปเปอร์ซัลเฟต 5-ไฮเดรต	0.079	กรัม/ลิตร
โคบอลไนเตรต 6-ไฮเดรต	0.049	กรัม/ลิตร

ในการเตรียมจำทำเป็น stock solution ความเข้มข้น 200 เท่า ในน้ำปริมาณ 1 ลิตร และนำสารละลายมาใช้ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ต่อน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Trace Metal Mix A5+Co จะเตรียมส่วนผสมทั้งหมดในปริมาณ 1 ลิตร และนำสารละลายมาใช้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย 1 ลิตร

2. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อใช้ในการทดลอง

2.1 นำเชื้อสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. มาใส่ในขวดน้ำเกลือที่เตรียมอาหารที่ผ่านการ autoclave

2.2 ให้อากาศและปิดปากขวดด้วยสำลี และ aluminum foil และตั้งทิ้งไว้ในที่ที่มีแสงสว่าง ประมาณ 7 วัน

2.3 ขยายเชื้อสาหร่ายจากขวดน้ำเกลือลงในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร ที่เตรียมอาหารไว้แล้วให้อากาศ และปิดปากโหลแก้วด้วยถุงพลาสติก จากนั้นเลี้ยงไว้ประมาณ 1 วัน

2.4 รวบรวมสาหร่ายโดยการกรองผ่านสวิงกรองสาหร่ายขนาด 40 μ จากนั้นนำสาหร่ายไปอบแห้งด้วย Hot air oven ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง

2.5 นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น

3. แผนการทดลอง

การทดลองศึกษาความคงตัวของสารออกฤทธิ์ที่สกัดจากเซลล์สาหร่ายอบแห้ง *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ต่อผลการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ โดยสกัดและเก็บรักษาไว้ในสภาพที่ต่างกัน จะทำการสกัดสาหร่าย 2 ชนิด ด้วยน้ำกลั่น และ methanol ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาแยกเก็บในสภาพที่ต่างกันดังต่อไปนี้ สกัดด้วยน้ำ 4°C สว่าง, 4°C มืด, 25°C สว่าง, 25°C มืด และสกัดด้วย methanol 4°C สว่าง, 4°C มืด, 25°C สว่าง, 25°C มืด เก็บสารสกัดไว้ในสภาพดังกล่าวเป็นเวลา 15 วัน โดยที่วันที่ 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 จะนำสารสกัดไว้ในสภาพการเก็บมาทดสอบความคงตัวกับเมล็ดผักทดสอบ (เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง) อัตราส่วนความเข้มข้นที่ใช้คือ 50% และ 25% โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเจือจาง กลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นแทนสารสารสกัดจากสาหร่าย สังเกตผลการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชหลัง 7 วัน บันทึกจำนวนการงอก ความยาวต้น และความยาวราก เพื่อนำไปเปรียบเทียบการออกฤทธิ์ของสารสกัดของสารสกัดในแต่ละสภาพการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสารสกัดจากสาหร่าย

1.1 นำสาหร่ายอบแห้งมาบดละเอียดด้วยโกร่งบดจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักโดยต้องการสาหร่ายที่บดละเอียดแล้ว 2 ชนิด ชนิดละ 60 กรัม

1.2 แบ่งสาหร่ายที่บดละเอียดเป็นชนิดละ 30 กรัม (อัตราส่วนสาหร่ายต่อตัวทำละลาย เท่ากับ สาหร่าย1กรัม / ตัวทำละลาย 10 มิลลิลิตร) และจะทำการสกัดด้วยน้ำโดยนำสาหร่าย 30 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร อีก 30 กรัมทำการสกัดด้วย methanol โดยนำสาหร่าย 30 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติม methanol 300มิลลิลิตรใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน ปิดด้วย aluminum foil นำไปเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 2 วัน

1.3 นำสาหร่ายที่สกัดไว้มากรองผ่านผ้าขาวบาง และทำการแบ่งลงใน flask 8 อัน ตามสภาพที่จะเก็บรักษา คือ สกัดด้วยน้ำ 4°C สว่าง, 4°C มืด, 25°C สว่าง, 25°C มืด และสกัดด้วย methanol 4°C สว่าง, 4°C มืด, 25°C สว่าง, 25°C มืด

2. การทดสอบความคงตัวของสารสกัดจากสาหร่ายที่มีผลออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

2.1 คัดเลือกเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่สมบูรณ์ และสม่ำเสมอ จำนวน 15 เมล็ดต่อ 1จานเพาะ

2.2 นำเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งวางในจานเพาะที่รองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด จำนวน 2 ชั้น

2.3 เติมสารสกัดจากสาหร่ายทั้ง 8 สภาพการเก็บรักษา โดยแยกการเติมสารสกัดเป็น 3 ความเข้มข้น คือ 50% 25% และ 10% ทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ

2.4 กลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดจากสาหร่าย

2.5 ทิ้งจานเพาะไว้ 7 วัน แล้วบันทึกผล

2.6 ทำการทดสอบ 10 ครั้ง คือในวันที่ 0,1,2,3,5,7,9,11,13,15 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การบันทึกผล

เมื่อทิ้งจานเพาะไว้ครบ 7 วัน ทำการตรวจนับการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ เมล็ดที่งอกจะนำมาวัดความยาวของลำต้น และความยาวของราก ของทุกวันที่ทำการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ

สถานที่ทำการทดลอง

ห้อง B130 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนตุลาคม 2549 – เดือนกุมภาพันธ์ 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99198

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความคงตัวของสารออกฤทธิ์ที่สกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้นต่างกันและเก็บรักษาในสภาพที่ต่างกัน

สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ที่ความเข้มข้นที่ 50% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำและ methanol สกัดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้น้ำสกัดทำให้สารสกัดออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชได้นานกว่าการสกัดด้วย methanol โดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้สมบูรณ์ 100% จนถึงวันที่ 15 ในการทดลอง ในขณะที่ใช้ methanol สกัดจะไม่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้เลย ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ25°C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มควบคุม ส่วนแสงไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยทุกสภาพการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการงอกของผักกาดเขียวกวางตุ้ง (ตารางที่ 1)

สารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้นที่ 50% มีผลใกล้เคียงกับสาหร่าย *Spirulina* sp. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำ และ methanol สกัดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้น้ำสกัดทำให้สารสกัดออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชได้นานกว่าการสกัดด้วย methanol โดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้สมบูรณ์ 100% จนถึงวันที่ 15 ในการทดลอง ในขณะที่ใช้ methanol สกัดจะสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มีด ได้เป็นระยะเวลา 7 วัน และในสภาพการเก็บรักษาจะพบว่าที่อุณหภูมิ 4°C และ25°C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแสงไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยทุกสภาพการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการงอกของผักกาดเขียวกวางตุ้ง (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	12+0.0	12.6+0.3	11.3+0.3	11.6+0.3	12+0.0	12.3+0.3	12.3+0.3	12.3+0.3	12.6+0.3	12.3+0.3
		HIJK	EF	CDE	DE	CD	DE	EFGH	FGH	EFG	DEF
	4°C มืด	11+0.5	11.3+0.3	12+0.0	12.3+0.3	11.3+0.3	11.6+0.3	11.6+0.3	11.6+0.3	11.6+0.3	12.3+0.3
		EFGHI	EF	DEF	DE	C	D	EF	EFG	E	DEF
	25°C สว่าง	11.6+0.3	13+0.5	12.3+0.3	12+0.0	12+0.0	13+0.0	12.3+0.3	13+0.0	13+0.0	12.6+0.3
		GHIJK	F	EF	DE	CD	DEF	EFGH	HI	FG	EFG
	25°C มืด	9.6+0.6	11.3+0.3	12.3+0.3	12.6+0.3	12+0.0	12.3+0.3	12.3+0.3	12.6+0.3	13.3+0.3	13+0.0
		DEFG	EF	EF	DE	D	DE	EFGH	GHI	G	EFG
	CONTROL	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0
		IJKL	F	F	E	D	DEF	FGH	HI	FG	EFG

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	1.0±1.0	1.0±1.0	1.0±1.0	1.0±1.0	1.0±1.0	1.0±1.0	5.0±0.0	10.6±.33	11.3±.33	12.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	C	E	EF	D
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.3±1.3	1.3±1.3	1.6±1.6
		A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
	25°C สว่าง	0.6±0.6	0.6±0.6	1.3±1.3	1.3±1.3	1.3±1.3	1.3±1.3	1.3±1.3	1.3±1.3	1.3±1.3	1.6±1.6
		A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	.66±.66	.66±.66	.66±.66	1.0±1.0	1.6±1.6	5.6±.33	7.3±.33	9.6±.66
		A	A	A	A	A	A	B	C	C	C
CONTROL		13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0
		IJKL	F	F	E	D	DEF	FGH	HI	FG	EFG

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ที่ความเข้มข้นที่ 25% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำและ methanol สกัดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้น้ำสกัดทำให้สารสกัดออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชได้นานกว่าการสกัดด้วย methanol โดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้สมบูรณ์ 100% จนถึงวันที่ 15 ในการทดลองในขณะที่ใช้ methanol สกัดจะไม่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้ในทุกสภาพการเก็บรักษา และในสภาพการเก็บรักษาจะพบว่าที่อุณหภูมิ 4°C และ 25°C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแสงไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยสภาพการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการงอกของผักกาดเขียวกวางตุ้ง (ตารางที่ 3)

สารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้นที่ 25% มีผลใกล้เคียงกับสาหร่าย *Spirulina* sp. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำ และ methanol สกัดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้น้ำสกัดทำให้สารสกัดออกฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชได้นานกว่าการสกัดด้วย methanol โดยการใช้น้ำสกัดสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งได้สมบูรณ์ 100% จนถึงวันที่ 15 ที่อุณหภูมิ 4°C มืด 4°C สว่าง และ 25°C มืด ส่วนที่ 25°C สว่างสามารถยับยั้งการงอกได้ 2 วัน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ และพบว่าการใช้ methanol สกัดที่ 4°C มืด สามารถยับยั้งการงอกได้ 5 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C มืด สามารถยับยั้งได้เพียง 1 วัน และที่ 4°C สว่าง และ 25°C สว่าง ไม่สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดลองได้ (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0	0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	13.3+0.6	12.3+0.3	12.3+0.3	13+0.0	12.6+0.3	12.3+0.3	13+0.0	12.6+0.3	12.6+0.3	12.6+0.3
		JKL	EF	EF	EF	E	CD	DE	FGH	GHI	EFG
	4°C มืด	14.6+0.3	11+0.5	12.3+0.3	12.6+0.3	11.6+0.8	13+0.0	13+0.0	12.3+0.3	13+0.0	12.6+0.3
		L	E	E	EF	DE	CD	DEF	FGH	FGH	EFG
	25°C สว่าง	12.6+0.8	12.6+1.2	12.3+0.3	12.3+0.3	12.6+0.3	11.6+0.8	13+0.0	13+0.0	12.3+0.3	13+0.0
		HIJKL	EF	EF	EF	DE	CD	D	FGH	HI	EFG
	25°C มืด	13+1.0	11.6+0.3	11.3+0.6	12.3+0.3	12.6+0.3	12.6+0.3	13+0.0	13+0.0	12.3+0.3	13+0.0
		IJKL	EF	EF	CDE	DE	CD	DEF	FGH	HI	EFG
	CONTROL	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0
		IJKL	F	F	E	D	DEF	FGH	HI	FG	EFG

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 จำนวนเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งที่งอกในจำนวนทั้งหมด 15 เมล็ดที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.0+0.0	1.0+0.0	1.3+0.0	1.3+0.0	1.0+0.0	1.3+0.0	1.0+0.0
		A	A	A	A	A	A	A	B	AB	AB
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	13.6+.88	13+.57	12.6+.33	13.0+0.0	12.6+.33	14+.57	13+0.0	13.6+.33	13.3+.33	13.6+.33
		KL	F	EF	E	CD	F	FGH	I	G	G
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	7.66+.33	8.6+.33	8.3+.33	9+0.0	9.6+.33
		A	A	A	A	A	C	D	D	D	C
	25°C สว่าง	10.6+.33	11+.57	11.3+.33	11.6+.33	12+0.0	13+.57	13.3+.33	13+0.0	13+.57	13.3+.33
		EFGH	E	CDE	DE	CD	DEF	GH	HI	FG	FG
	25°C มืด	0.0±0.0	1.0+1.0	2.6+.33	2.3+.33	2.3+.33	3.3+.33	12+0.0	13+.57	13.3+.33	13+0.0
		A	A	B	B	B	B	EFG	HI	G	EFG
CONTROL		13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0	13+0.0
		IJKL	F	F	E	D	DEF	FGH	HI	FG	EFG

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความยาวของลำต้นจากการทดลองจะพบว่าสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดนี้มีแนวโน้มเดียวกันคือ สาหร่ายที่สกัดด้วยน้ำ จะมีลำต้นที่สั้นกว่าสาหร่ายที่สกัดด้วย methanol ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อุณหภูมิไม่มีผลต่อความยาวของลำต้นอย่างชัดเจน แต่แสงมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความยาวของพืช ในการใช้น้ำสกัดสารจากสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 50% จะพบว่าสารสกัดส่งผลต่อความยาวของลำต้นเมล็ดพืชทดสอบเนื่องจากไม่เกิดการงอกของเมล็ดพืชทดสอบในทุกสภาพการเก็บรักษา (ตารางที่ 5 และ6)

การใช้น้ำสกัดสาหร่าย 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 25% พบว่าการใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ไม่พบการงอกของลำต้นพืชทดสอบ และในสาหร่าย *Stigonema* sp. พบการงอกของเมล็ดพืชทดสอบที่ 25°C สว่าง ในวันที่ 3 ที่1.3±1.33 เปอร์เซ็นต์ และในสาหร่าย *Spirulina* sp.ที่สกัดด้วย methanol พบการงอกของเมล็ดพืชทดสอบที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบเปอร์เซ็นต์การงอกของลำต้นมากกว่าชุดควบคุม (ตารางที่ 7 และ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	45±2.3	40.5±0.2	46.2±3.0	42.4±0.8	40.1±1.0	39.1±0.8	39.1±3.0	40.2±0.6	42.2±1.0	40.8±1.2
		K	L	I	L	I	MN	K	K	M	K
	4°C มืด	27.3±2.3	22.7±1.6	27±0.4	27.7±0.6	28.7±0.6	30±0.5	29.3±0.2	29.7±1.7	27.3±0.9	27.2±0.3
		FGHIJ	E	EF	FGHIJ	H	JKL	GHIJ	HIJ	HI	GH
	25°C สว่าง	26.4±1.9	22.9±1.0	27.1±0.8	26.7±0.7	27.2±1.0	29.2±0.4	28.3±0.4	28.5±0.7	29.1±0.4	29.1±0.3
		EFGHIK	E	E	FGHIJ	GH	IJKL	GHIJ	GHI	IJK	GH
	25°C มืด	25.8±0.2	25.5±0.5	25.9±0.9	26.3±0.5	24.8±0.2	23.4±0.6	24±0.7	21.4±0.4	22±1.0	26.7±0.3
		EFGH	EFGH	EF	FGHI	EFG	EF	F	E	EFG	FG
CONTROL		18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
methanol	4°C สว่าง	2.1±2.1	2.2±2.2	2.1±2.1	1.7±1.7	1.2±1.2	1.2±1.2	6.2±.50	15.9±6.6	17.1±.20	17.1±.65
		A	A	AB	AB	A	A	B	C	C	C
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.6±9.6	2.1±2.1	2.2±2.2
		A	A	A	A	A	A	A	AB	A	A
	25°C สว่าง	2.0±2.0	1.6±1.6	1.2±1.2	1.0±0.0	1.13±.13	1.5±.15	1.5±1.5	1.3±1.3	1.4±1.4	1.53±1.53
		A	A	A	AB	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	3.5±5.5	2.4±8.3	2.4±0.30	2.5±9.6	2.9±0.20	4.6±9.6	4.66±0.58	5.77±0.29
		A	A	AB	AB	AB	AB	A	B	B	B
CONTROL		18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0	18.8+0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
	4°C มืด	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
	25°C สว่าง	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
	25°C มืด	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
Methanol	4°C สว่าง	42±0.1 K	46±2.5 M	42.3±0.7 GH	39.6±0.3 J	39.1±0.3 I	39.7±0.8 N	39.6±0.3 K	46.1±3.1 L	28.2±1.2 I	36.6±4.1 J
	4°C มืด	22.3±2.2 E	24.9±0.3 EFGH	24.5±1.5 DE	25.1±0.3 FGH	23.1±0.7 DE	27.4±0.7 HIJ	28.1±0.6 GHIJ	21.3±0.4 E	22.1±1.0 EFG	26.4±0.4 FG
	25°C สว่าง	2.5±0.5 EFG	23.6±1.0 EFG	25±2.2 E	24.5±1.0 EF	25.1±0.4 EFG	23.1±0.7 DEF	27.4±0.7 GHI	28.1±0.6 GHI	21.3±0.4 EF	22.1±1.0 DE
	25°C มืด	22.6±0.2 E	24.8±0.3 EFGH	26.8±0.5 EF	25.1±0.4 FGH	25.1±0.4 EFG	24.4±0.4 FG	27.4±0.7 GHI	28.1±0.6 GHI	24.2±0.4 FG	22.6±0.6 DE
CONTROL		18.8+0.0 D	18.8+0.0 D	18.8+0.0 E	18.8+0.0 D	18.8+0.0 C	18.8+0.0 C	18.8+0.0 D	18.8+0.0 D	18.8+0.0 D	18.8+0.0 C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวลำต้นของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
	4°C มืด	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
	25°C สว่าง	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	1.3±1.33 AB	1.1±1.1 A	0.83±0.83 A	0.77±0.77 A	0.83±0.83 A	0.88±0.88 A	0.88±0.88 A
	25°C มืด	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A
methanol	4°C สว่าง	25.6±2.5 EFG	24.6±0.86 EFGH	24±0.90 DE	24.6±1.3 EFG	29.8±.38 H	31.1±0.51 L	30.5±0.14 J	29.6±0.46 HIJ	31.3±0.22 JK	30.1±3.4 GH
	4°C มืด	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	0.0±0.0 A	4.9±.50 B	23.4±.66 EF	24.13±1.0 E	24.3±2.55 FG	23.9±1.97 EF
	25°C สว่าง	23.3±0.47 EF	24.2±.45 EFGH	24.9±1.51 E	24.6±0.59 EFG	17.5±0.60 C	20.5±0.64 D	21.1±0.87 E	20.3±0.18 E	22.6±0.66 EFG	22.9±0.53 DE
	25°C มืด	0.0±0.0 A	1.1±1.1 A	5.0±0.20 BC	3.83±.72 B	4.72±.38 B	4.27±1.1 B	15.7±.50 C	20.5±0.64 E	20.3±0.21 E	20.4±0.18 D
CONTROL		18.8±0.0 D	18.8±0.0 D	18.8±0.0 E	18.8±0.0 D	18.8±0.0 C	18.8+0.0 C	18.8±0.0 D	18.8±0.0 D	18.8+0.0 D	18.8+0.0 C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความยาวรากจากการทดลองจะพบว่าสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับความยาวต้นคือสาหร่ายที่สกัดด้วยน้ำจะมีรากที่สั้นกว่าสาหร่ายที่สกัดด้วย methanol ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อการงอกและความยาวรากของเมล็ดพืชทดสอบโดยการใช้สาหร่าย *Spirulina* sp. ที่ความเข้มข้น 50% ในการใช้ methanol เป็นตัวสกัดจะพบว่า รากจะงอกจนหมดทุกสภาพการเก็บรักษาในแรกที่เริ่มทำการทดลอง แต่ไม่พบการงอกของรากในสารสกัดจากน้ำและในสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ความเข้มข้น 50%ในการใช้ methanol เป็นตัวสกัดจะพบว่า ที่ 25°C สว่างไม่พบการงอกของรากเลยจนถึงวันที่ 15 ในกาทดลอง แต่ที่อุณหภูมิ4°C สว่าง, 4°C มืด และ 25°C มืด พบการงอกของเมล็ดพืชทดสอบในวันที่ 11,11 และ1 ตามลำดับ แสดงว่าแสงและอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ จากสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดที่สกัดจาก methanol ในความเข้มข้นที่ 50% และความยาวรากไม่มีผลแตกต่างกันในทุกสภาพการเก็บรักษาในสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 9 และ 10)

การใช้สาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp. ที่ความเข้มข้น 25%ในการใช้น้ำสกัดไม่พบการงอกของรากตั้งแต่เริ่มทำการทดลองถึงวันที่ 15 ในการทดลอง และในสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่สกัดด้วย methanol พบว่าอุณหภูมิและแสงไม่มีผลต่อความยาวของรากอย่างชัดเจน โดยสาหร่ายที่สกัดด้วย methanol พบว่าที่ 4°C มืด และ 25°C มืด มีการงอกของเมล็ดในวันที่ 9 และ 5 ตามลำดับ และที่ 4°C สว่าง และ 25°C สว่าง พบว่ามีการงอกของรากตั้งแต่วันที่ 0 แสดงว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารสกัด แต่แสงมีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญโดยการเก็บในที่มืดจะทำให้ปริมาณการงอกรากของเมล็ดพืชน้อยกว่าการเก็บในที่สว่าง (ตารางที่11 และ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
methanol	4°C สว่าง	46.4±3.1	49±2.3	55.1±2.7	51.3±0.8	51.6±0.9	47.5±4.0	47.2±2.8	50.7±0.9	45.7±2.8	51.6±0.2
		H	IJ	M	M	Q	L	JK	M	LM	L
	4°C มืด	26.4±3.0	27.6±3.1	31.5±0.6	31±0.8	33.8±0.1	34.6±1.0	34±0.3	34.3±1.6	32.1±1.2	32.3±0.6
		CD	DE	DEF	GHI	IJK	GH	GH	GHIJ	GHIJ	FG
	25°C สว่าง	28.1±1.6	29.5±0.8	35.6±2.0	40.3±0.6	38.4±2.2	35.1±0.7	35±2.3	31.8±1.2	33.8±0.5	33.2±0.6
		CD	EF	FG	KL	LM	GHI	H	FGH	HIJK	FGH
	25°C มืด	27.5±1,0	29±1.0	28.3±2.3	29.3±0.1	28±0.8	27±1.7	28.8±1.0	26±0.3	27±7.6	31.2±0.4
		CD	EF	CDE	EFGH	EF	DE	EF	DE	DEF	F
CONTROL		18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Methanol	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.0±0.0	3.0±.20	2.99±.29
		A	A	A	A	A	A	A	AB	AB	AB
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.16±1.16	3.3±3.0	3.5±0.35
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	1.16+1.16	0.66±0.66	0.66±0.66	1.0±1.0	1.16±1.16	3.5±0.35	3.3±6.6	4.4±6.9
		A	A	A	A	A	A	A	AB	AB	B
CONTROL		18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
methanol	4°C สว่าง	54.3±4.3	55.3±2.4	51±0.6	48.8±3.8	47.5±3.0	51.4±0.7	48±3.2	55.1±3.0	42.0±1.7	46.7±3.6
		I	K	LM	M	P	M	K	N	L	J
	4°C มืด	25.9±2.5	36.3±7.0	26±0.6	28.1±0.4	26±1.6	30.8±0.9	33±0.3	26±0.2	27.1±6.7	31.2±0.4
		CD	G	CD	DEFG	E	F	GH	DE	DEF	F
	25°C สว่าง	29.4±1.4	30.7±1.2	35.6±6.4	26±2.6	28.1±0.4	26±1.6	30.8±0.9	33±0.3	26±0.2	27.1±6.7
		DE	EF	FG	DE	EFG	D	FG	FGHIJ	DE	E
	25°C มืด	34.2±0.8	31.2±0.9	38.0±5.3	26.8±2.1	28.1±0.4	27.2±0.6	30.8±0.9	33±0.3	29.1±1.0	27.5±0.3
		EF	EFG	GHI	DEF	EFG	DE	FG	FGHIJ	EFG	E
CONTROL		18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (มิลลิเมตร) ที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. ความเข้มข้น 25% ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพที่แตกต่างกันภายในเวลา 15 วัน

สารที่ใช้สกัด	สภาพในการเก็บรักษา	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)									
		0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
น้ำ	4°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C สว่าง	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
methanol	4°C สว่าง	22.5±2.0	22.6±0.8	26.1±0.8	26±1.4	31.7±1.4	35.1±0.2	34.7±0.5	33.3±0.4	35.6±0.2	34.4±7.3
		C	D	CD	DE	HIJ	HI	H	GHIJ	JK	FGH
	4°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	24.2±0.7	23.7±0.7	25.1±0.3
		A	A	A	A	A	A	A	D	D	E
	25°C สว่าง	23.8±3.0	23.1±2.6	23.1±2.6	24.8±4.5	19.8±0.7	24.2±0.7	25.1±0.7	25.1±0.3	26.7±0.5	27.2±0.7
		CD	D	C	D	D	D	D	D	DE	E
	25°C มืด	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.9±0.3	16.8±2.3	16.2±1.5	17.4±1.7	16.1±1.5
		A	A	A	A	A	AB	C	C	C	C
	CONTROL	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0	18.8±0.0
		D	D	E	D	C	C	D	D	D	C

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาผลของแสง และอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารสกัดจากสาหร่าย 2 ชนิด *Spirulina* sp.และ *Stigonema* sp. ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ พบว่าสารสกัดที่ได้จากสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้จริงสอดคล้องจากการศึกษาของ Suikkanen et al. (2004) ซึ่งศึกษาผลของอัลลีโลพาธิคจาก cyanobacteria 3 ชนิด คือ *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon flos-aquae* และ *Anabaena lemmermannii* ซึ่งทำให้เกิดเหตุการณ์ขนาดใหญ่ (mass-occurrences) ในทะเลบอลติก พบว่าในการทดลองทั้งหมด cyanobacteria สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Rhodomonas* sp. แต่ไม่มีผลกระทบต่อ *P. parvum* ผลกระทบที่มีต่อ *T. weissflogii* ค่อนข้างจะไม่คงที่ แสดงว่า ในสาหร่ายทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อการดำรงอยู่ของแพลงตอนชนิดอื่น และผลการทดลองยังสอดคล้องกับการทดลองของ Jin and Dong (2003) ซึ่งได้ศึกษาผลกระทบทางอัลลีโอพาธิคของเนื้อเยื่อสดและเป็นผงแห้ง ของ *Ulva pertusa* พันธุ์ที่มีเพศและไม่มีเพศเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* และ *Alexandium tamarense* ทดลองด้วยการใช้ระบบการเพาะเลี้ยงแบบอยู่อาศัยร่วมกันในระยะเวลานาน พบว่า *Ulva pertusa* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Heterosigma akashiwo* และ *Alexandium tamarense* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารสกัดจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิต่ำ 4°C จะทำให้สารสกัดจากสาหร่ายมีความคงตัวมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง 25°C ซึ่งในการเก็บรักษาสารสกัดที่อุณหภูมิต่ำจะสารสกัดสามารถคงตัวอยู่ได้นานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงสอดคล้องกับการทดลองของ Estvev et al. (2005) ซึ่งทำการศึกษาทางด้านคุณภาพของน้ำส้มแช่เย็นที่มีการผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อน้อยที่สุด และทดสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีน้อยกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C และผลการทดลองยังสอดคล้องกับ janna et al.(2007) ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของ anthocyanins พบว่า การลดลงของเปอร์เซ็นต์ anthocyanins ในการเก็บที่อุณหภูมิ 25°C นั้นต่ำกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 31°C สารสกัดที่เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 25°C สามารถคงสภาพสีม่วงได้ถึง 26 วัน อุณหภูมิต่ำกว่าจะทำให้สารสกัดคงตัวได้นานกว่า และผลการทดลองยังสอดคล้องกับ Qi Chang et al. (2006) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่มีผลต่อความคงตัวของ phenolics ใน hawthorn พบว่า phenolics ในผลและน้ำผลไม้ของ hawthorn จะคงตัวอยู่ในอุณหภูมิ 4°C และจะไม่คงตัวที่อุณหภูมิ 23°C และ 40°C ที่อุณหภูมิ 23°C จะมีการลดลงของ EC และ PC-B_2 ในผลและน้ำผลไม้ของ hawthorn มีการลดลง 50% และ 30% ตามลำดับหลังจากการเก็บ 6 เดือน จะมีการลดลงของ phenolics ทั้งหมดที่ 40°C แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ phenolics ใน hawthorn คงตัวได้นานกว่าอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาเรื่องผลของแสงมีผลที่ชัดเจนในการลดความคงตัวของสารสกัดจากสาหร่ายโดยพบว่าเมื่อเก็บสารสกัดจากสาหร่ายในที่ที่มีแสงจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบนั้นต่ำกว่าสารสกัดที่เก็บในที่มืดสอดคล้องกับการทดลองของ Gouveia and Empis (2003) ซึ่งได้ศึกษาการประเมินสภาพการเก็บ carotenoid ให้มีความคงตัวโดยสกัดจากตัวอย่างสาหร่าย 2 ชนิด คือ *Chlorella vulgaris* และ *Haematococcus* pluvialis แล้วทำการวัดปริมาณ carotenoid ที่สกัดจากตัวอย่างโดยวิธี spectrophotometer และสาหร่ายจะถูกทำให้แห้งและเก็บในระยะเวลา 1.5 ปี โดยสภาพที่เก็บคือเปิดแสงภายใต้อุณหภูมิห้อง, ในที่มืดภายใต้อุณหภูมิห้อง, สภาพเย็นที่อุณหภูมิ-18°C ในที่มืด, เติมสารยับยั้งการเสื่อม 0.01% วิตามินซี ที่อุณหภูมิห้องและมืด,ภายใต้สุญญากาศ ในที่มือ ($P<0.05$atm) และภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนในที่มืด, carotenoid ที่สกัดแล้วจากสาหร่ายเก็บรักษาภายใต้สภาพเดียวกันดังกล่าวเป็นเวลา 6 เดือน ผลปรากฏว่าในที่มีแสงภายใต้อุณหภูมิห้อง ปริมาณ carotenoid มีการสลายไปหลังจากผ่านไป 1 เดือน แต่การเก็บรักษาในที่มืดปริมาณ carotenoid มีความคงตัวอยู่ได้ 2.5 เดือน (เสื่อมสลาย10%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในการใช้น้ำสกัดสาหร่าย *Spirulina* sp.และ *Stigonema* sp. พบว่ามีประสิทธิภาพยับยังการงอกได้ดีเท่าเทียมกัน แต่ในการใช้ methanol สกัดจะเห็นได้ว่าสาหร่าย *Stigonema* sp. มีประสิทธิภาพยับยังการงอกได้ดีกว่าสาหร่าย *Spirulina* sp. และในทุกสภาพการเก็บรักษา และทุกความเข้มข้น การใช้น้ำ หรือ methanol ในการสกัดนั้นมีผลแตกต่างกันอย่างชัดเจนในสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด โดยการใช้น้ำในการสกัดจะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกได้ดีกว่าการใช้ methanol ในทุกสภาพการเก็บรักษา การเก็บสารสกัดในอุณหภูมิที่ต่างกัน โดยที่ 4°C จะให้ผลที่ดีกว่า 25°C เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และในสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด และในทุกสภาพการเก็บรักษา แสงจะมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดค่อยข้างมาก โดยในการเก็บรักษาสารสกัดในที่มืดจะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกดีกว่าการเก็บไว้ในที่มีแสงอย่างชัดเจน

ความยาวต้น และความยาวรากของเมล็ดพืชทดสอบที่มีผลจากสารสกัดของสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การใช้น้ำสกัดจะทำให้ลำต้นของเมล็ดพืชมีขนาดที่สั้นกว่าการใช้ methanol อย่างชัดเจน อุณหภูมิมีผลต่อความยาวลำต้นโดยที่อุณหภูมิ 4°C จะทำให้ลำต้นสั้นกว่าที่อุณหภูมิ 25°C และแสงยังมีผลต่อการงอกของรากโดยการเก็บในที่มืด จะทำให้รากงอกน้อยกว่าการเก็บในที่ที่สว่าง แต่อุณหภูมิไม่มีผลต่อความยาวต้นและราก ดังนั้นการเก็บรักษาสารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. และ *Stigonema* sp.ควรสกัดด้วยน้ำ และเก็บในที่มืดเพื่อให้สารสกัดจากสาหร่ายมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร. 2536. การใช้สารสกัดจากวัชพืชควบคุมวัชพืช. หนังสือพิมพ์กสิกร ปีที่ 66 ฉบับที่ 6. 23-27 น. **อ้างโดย** สมหวัง ภักดี. 2545. ผลของสารสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากใบประยงค์แห้งต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชบางชนิด. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ.

ยิ่งยง เมฆลอย. 2548. ผลทางอัลลีโลพาทีของประยงค์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร. 2546. คู่มือปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วริศรา อารีมิตร. 2548. ผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของ *Phormidium angustissimum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ.

วิชชยา ครองยุติ, ศรีสม สุวรรณวงศ์, ณัฏฐา เสนีวาส, มาลี ณ นคร,วิไล สันติโสภาศรี . 2545. ผลของสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Fischerella muscicola* (Thuret) Gomont ต่อการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Chon, S., J.Hong., K.K.Dong., M.K.Young., O.B.Hee. and, J.K.Young. 2005. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. Scientia Horticulturae 106:309-317.

Cinar, I. 2005. Stability studies on the enzyme extracted sweet potato carotenoproteins. Food Chemistry. 89:397-401.

Esteve, M.J., C.Rodrigo. and D.Rodrigo. 2005. Effect of storage period under variable condition on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. Food and Chmical Toxicology. 43:1413-1422.

Gleason, F.K. and C.A.Baxa. 1999. Activity of the natural algicide, cyanobacterin, on eukaryotic microorganisms. FEMS Microbiology Letters. 33:85-88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gleason, F.K. and D.E.Case. 1986. Activity Natural algicide, cyanobacterin, on Angiosperms. Plant Physiology. 80:834-837.

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

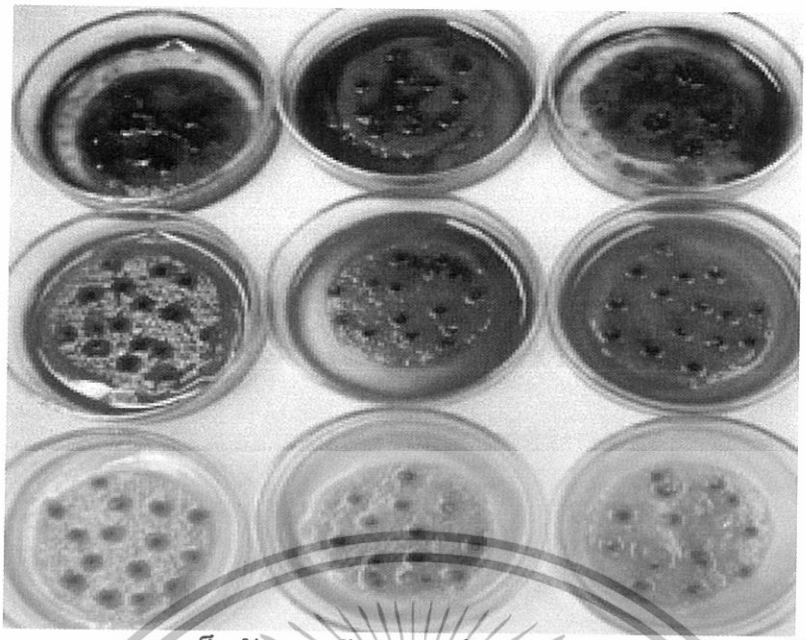
Suikkanena, S., Fistarolb, G.O.and Grane´lib E. 2004. Allelopathic effects of the Baltic cyanobacteria *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon flos-aquae* and *Anabaena lemmermannii* on algal monocultures. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 308:85– 10.

Volka, R.B. and F.H.Furkertb. 2006. Antialgal, antibacterial and antifungal activity of two metabolites produced and excreted by cyanobacteria during growth. Microbiological Research 161:180-186.

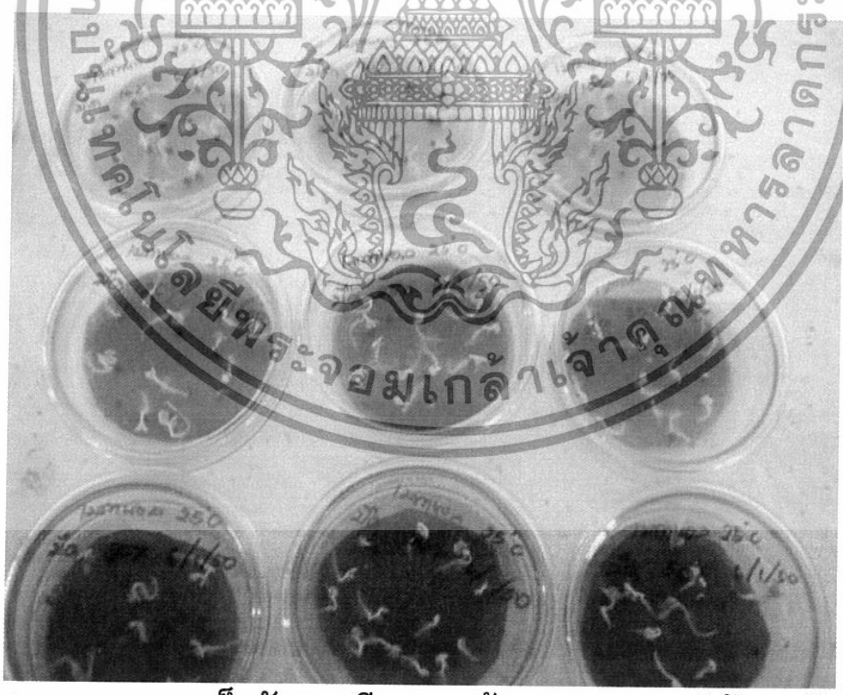
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

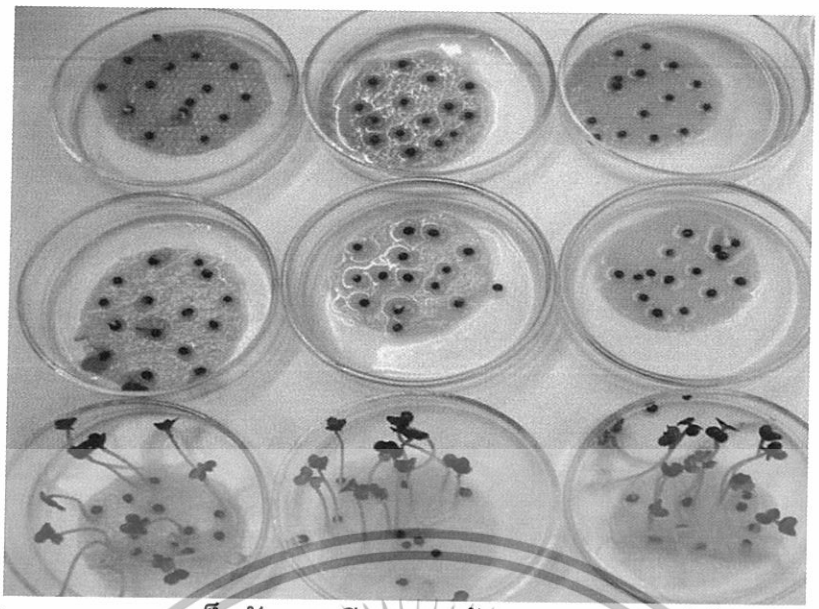


ภาพผนวกที่ 3 การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. **โดยการใช้น้ำสกัดที่ความเข้มข้น** 50% 25% **และ** 10%

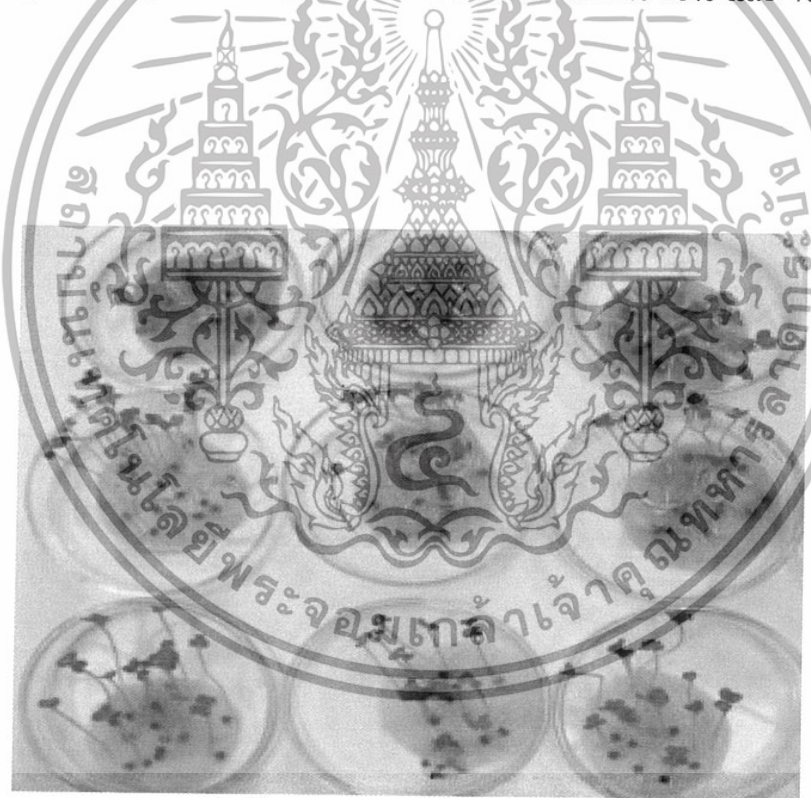


ภาพผนวกที่ 4 การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Spirulina* sp. **โดยการใช้** methanol **สกัดที่ความเข้มข้น** 50% 25% **และ** 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. โดยการใช้น้ำสกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ 10%



ภาพผนวกที่ 2 การงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งจากการทดลองใช้สารสกัดจากสาหร่าย *Stigonema* sp. โดยการใช้ methanol สกัดที่ความเข้มข้น 50% 25% และ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้