รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากพรรณไม้น้ำเพื่อกำจัดสาหร่ายในบ่อเลี้ยงพรรณไม้น้ำ

Using aquatic plants extract as algicides in aquarium plant culture

รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ การใช้สารสกัดจากพรรณไม้น้ำเพื่อกำจัดสาหร่ายในบ่อเลี้ยงพรรณไม้น้ำ

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 298,000 บาท

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล และพร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ E-mail : nongnuch.la@Kmitl.ac.th

ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช E-mail: uscharee.ru@kmitl.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

จากการแยกชนิดของสาหร่ายจากน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำสวยงาม พบว่าสาหร่ายชนิดเด่น คือ สาหร่าย *Scenedesmus* sp. ต่อมานำสารสกัดจากดีปลีน้ำและผักบุ้งทดสอบการยับยั้งต่อสาหร่ายแบบชนิดเดียว (*Scenedesmus* sp.) ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 50, 125, 250, 500 และ 1000 ppm และการยับยั้งสาหร่ายหลายชนิดรวมที่ความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm โดยทั้งสองการทดลองมีชุดควบคุม คือ น้ำและเอทานอล เป็นระยะเวลา 7 วัน จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากดีปลีน้ำปริมาณความหนาแน่นของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ลดลงดีที่สุด โดยความเข้มข้นที่ 1000 ppm พบจำนวนเซลล์เท่ากับ 33.00±0.57 X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร อัตราการยับยั้งเท่ากับ 88.38 % ที่ 7 วัน ส่วนสาหร่ายหลายชนิดแบบรวม ที่ 2000 ppm อัตราการยับยั้งเท่ากับ 100 % ซึ่งไม่พบจำนวนเซลล์สาหร่ายตั้งแต่วันที่ 5 ของการทดลอง ส่วนสารสกัดจากผักบุ้งที่นำมาทดลอบในการยับยั้งสาหร่าย *Scenedemus* sp. ในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่ความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด จำนวนเซลล์อยู่ที่ 72.25±0.25 (×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ซึ่งอัตราการยับยั้ง เท่ากับ 86.32 % ในวันที่ 7 และการยับยั้งสาหร่ายหลายชนิดรวม ในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่ความเข้มข้น 2000 ppm สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด

โดยความเข้มข้นที่ 2000 ppm ไม่พบจำนวนเซลล์ อัตราการยับยั้งเท่ากับ 100 % ตั้งแต่วันที่ 4 ของการทดลอง

การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากดีปลีน้ำและผักบุ้งต่อปลา พบว่า สารสกัดผักบุ้งด้วยเอทานอลต่อปลาสอด ปลาเทวดา และปลาหมอมาลาวี มีค่า LC_{50}ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 10.45, 2.02และ 1.05 mg/l ตามลำดับ และสารสกัดดีปลีน้ำต่อปลาสอด ปลาเทวดา และปลาหมอมาลาวี มีค่า LC_{50}ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 13.14, 4.26และ2.44 mg/l ตามลำดับ ซึ่งสารสกัดผักบุ้งมีค่าความเป็นพิษสูงที่สุดต่อปลาหมอมาลาวี และความเป็นพิษของสารสกัดต่อกุ้ง พบว่าสารสกัดผักบุ้งไทยต่อกุ้งเชอรี่ และกุ้งเครฟิช มีค่า LC_{50}ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 11.46และ 16.73 mg/l และสารสกัดดีปลีน้ำต่อกุ้งเชอรี่และกุ้งเครฟิช มีค่า LC_{50}ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 29.98 และ 33.86 mg/l ซึ่งสารสกัดผักบุ้งมีค่าความเป็นพิษสูงที่สุดต่อกุ้งเชอรี่

Research Title : Using aquatic plants extract as algicides in aquarium plant culture

Researcher : Assoc. Prof. Nongnuch Laohavisuti
Assist. Prof. Uscharee Ruangdej
Department of Animal Production Technology and Fisheries
Faculty of Agricultural Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Ladkrabang, Bangkok 10520

Abstract

For the isolated dominant plankton species from water samples of aquarium plant farm were found *Scenedesmus* sp. The ethanolic extract of *Potamogeton malaianus* and *Ipomoea aquatica* toxicity test with the dominant of (*Scenedesmus* sp.) and varieties algae were applied for the antialgal activity. This test is a 0 – 7 day's algal growth inhibition assay. There were 5 levels of concentration at 50, 125, 250, 500 and 1,000 ppm. And control treatments were water and ethanol. The growth of *Scenedesmus* sp. was significantly ($p < 0.05$) lowest at 1000 ppm of ethanolic extract of *P. malaianus* in the 7-day assays. There are $33.00 \pm 0.57 \times 10^4$ cells/mL. At 1000 ppm, extracts of *P. malaianus* inhibited 88.38 % of *Scenedesmus* sp. growth. While, the

growth of varieties algae was significantly ($p < 0.05$) lowest by 2000 ppm of ethanolic extract of *P. malaianus* in the first 5 days. At 2000 ppm, extracts of *P. malaianus* inhibited 100 % of varieties algae growth. The growth of *Scenedesmus* sp. was significantly ($p < 0.05$) lowest at 1000 ppm of ethanolic extract of *I. aquatica*. There are 72.25±0.25 X 10^4 cells/mL at 7-day assays. At 1000 ppm, extracts of *I. aquatica* inhibited 86.32 % of *Scenedesmus* sp. growth. While, the growth of varieties algae was significantly ($p < 0.05$) lowest by 2000 ppm of ethanolic extract of *P. malaianus* in the first 5 days. At 2000 ppm, extracts of *P. malaianus* inhibited 100 % of varieties algae growth.

Studies on fish toxicity (LC50) by *P. malaianus* and *I. aquatica* extracts were tested. The 96-hour LC_{50} of ethanolic extract of *I. aquatic* on *Xiphophorus helleri*, *Pterophyllum scalare* and *Aulonocara stuartgranti* were reported at 10.45, 2.02 and 1.05 mg/l, respectively. And 13.14, 4.26, 2.44 mg/l by ethanolic extract of *P. malaianus*, respectively. The ethanolic extract of *I. aquatica* had the highest toxicity to *A. stuartgranti*. Study on shrimp toxicity; the 48-hour LC_{50} of ethanolic extract of *I. aquatic* on *Neocaridina denticulate sinensis* and *Procambarus clarkii* were reported at 11.46 and 16.73 mg/l and 29.98 and 33.86 mg/l of *P. malaianus*, respectively. The extract of *I. aquatica* had the highest toxicity to cherry shrimp.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลองและวิจารณ์	20
สรุป	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	19
1	เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) (ต่อ)	20
2	เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่ายรวมในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	20
3	อัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่ายชนิดเดียว (*Scenedesmus* sp.) (เปอร์เซ็นต์)	22
4	อัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่ายหลายชนิดรวม (เปอร์เซ็นต์)	22
5	จำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกัน (X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	23
5	จำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างก (X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)(ต่อ)	24
6	จำนวนเซลล์ของสาหร่ายแบบรวม ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกัน (X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	24
7	อัตราการยับยั้งจำนวนเซลล์สาหร่าย *Scenedesmus* sp. (%)	26
8	อัตราการยับยั้งจำนวนเซลล์สาหร่ายแบบรวม (%)	26
9	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)	28

สารบัญตาราง (ต่อ)

10	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาเทวดา (*Pterophyllum scalare*)	29
11	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)	30
12	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)	31
13	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเครฟิช (*Procambarus clarkii*)	32
14	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)	34
15	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาเทวดา (*Pterophyllum scalare*)	35
16	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)	36
17	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)	37
18	ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำ ต่อกุ้งเครฟิช (Procambarus clarkii)	38

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
1	ดีปลีน้ำ	4
2	ผักบุ้ง	5
3	*Scenedesmus* sp.	7
4	*Chlorella* sp.	7
5	ตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่ไม่เป็นเส้นสาย 1; *Microcystis*sp 2 *Gloeocapsa* sp.3; *Synechococcus* sp.	9
6	ตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่เป็นเส้นสาย 1;*Oscillatoria*sp. 2;*Lyngbya* sp. 3; *Anabaena* sp.	9
7	สารสกัดของ *Polygonatumodoratum var. pluriflorum* มีผลต่อการเจริญเติบโต *Microcystis aeruginosa* และ *Chlorella vulgaris* ทำการวัด 4 วันหลังการทดลอง ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย S.D. 3 ซ้ำความหนาแน่นของแสงสุทธิของเซลล์ที่เติบโตขึ้นในระหว่างการบ่ม 4 วันในการควบคุมที่ได้ทดลองเป็น 0.42±0.076 (A680- A800)สำหรับ*M. aeruginosa* และ 0.834±0.105 (A687- A800) สำหรับ *C.vulgaris* ขึ้นอยู่กับค่าการดูดกลืนแสงใน cuvette(1 ซม. X 1 ซม.)	10
8	ผลการยับยั้งของ อีทิลอะซีเตท เป็นส่วนจาก *P. malaianus*และ *P. maackianus* ได้สารเป็นเวลา 72 ชั่วโมง แถบข้อผิดพลาดทั้งหมดสอดคล้องกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11
9	ผลการยับยั้งสาหร่ายที่ได้จากสารสกัดผักตบชวา; A (บน ; ควบคุม และ ล่างสารสกัด)และกราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ของ *M. aeruginosa*	11
10	การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. aeruginosa* โดยส่วนผสมด้วย PA, GA, CAและ EA สัญลักษณ์ (O) ควบคุม,( ) ผสมโพลีพีน	12
11	ผลของสถานะอาหารต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยสารสกัดจาก*A. philoxeroides*	13

สารบัญภาพ (ต่อ)

12	เปอร์เซ็นต์ clear zone ของ *A.variabilis* และ *S. quadricauda* ที่ยับยั้งด้วยสารสกัดจาก *C. australis* และ *P. crispus*	13
13	ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	21
14	ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายรวมในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	21
15	ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล 70 % (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	25
16	ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายแบบรวม ในสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70 % (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	25

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558

บทที่ 1
คำนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันตลาดพรรณไม้น้ำสวยงามได้มีการขยายตัวมากขึ้นเนื่องจากพรรณไม้น้ำสวยงามที่ใช้ประดับตกแต่งในตู้ปลา และเป็นที่นิยมทั้งในและต่างประเทศ พรรณไม้น้ำที่นิยม มี 3 กลุ่ม ได้แก่ พรรณไม้ใต้น้ำ (Submerged plants) เช่น ไส้ปลาไหล เทป พรรณไม้ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibian plants) เช่น ใบพาย อเมซอน และพืชชายน้ำ (Marginal plants) เช่น ผักเป็ดแดง แอมมาเนีย ซึ่งก่อนจำหน่ายจะต้องนำพรรณไม้น้ำครึ่งบกครึ่งน้ำ และพืชชายน้ำตัดยอดมีความยาวประมาณ 3 นิ้ว นำมาปลูกในบ่อซีเมนต์ที่มีความสูงของน้ำประมาณ 30-45 เซนติเมตร ที่ใช้กรวดเป็นวัสดุปลูก นาน 2-4 สัปดาห์ เพื่อให้พรรณไม้น้ำมีใบใต้น้ำ แต่ฟาร์มเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำมักจะประสบปัญหาเรื่องการระบาดของสาหร่าย หลังจากปลูกใต้น้ำประมาณ 1 สัปดาห์ ทำให้เกษตรกรจะใช้จุนสี (คอปเปอร์ซัลเฟต: copper sulfate) ในการกำจัดสาหร่าย คอปเปอร์ซัลเฟตมีผลตกค้างในธรรมชาติเนื่องจากมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งความเป็นพิษของตัวสารเคมีเองก็จะสร้างความระคายเคืองให้กับผู้ใช้ และสามารถเป็นอันตรายถึงชีวิตได้เมื่อบริโภคเข้าไปในปริมาณ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (NIOSH,1981) ประสิทธิภาพของสารที่ใช้ก็ยังเปลี่ยนตามคุณภาพของน้ำด้วย เช่นความรุนแรงจะมากขึ้นเมื่อใช้ในน้ำอ่อนหรือน้ำที่มีความเป็นกรด แต่ความเป็นพิษจะลดลงเมื่อใช้ในน้ำกระด้าง (USEPA, 1986) ยังส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำสวยงามของผู้บริโภคที่ซื้อพรรณไม้น้ำนำไปประดับตู้เลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะผู้บริโภคในประเทศญี่ปุ่น (ข้อมูลจากไวท์เครน อควาติกเพ้นท์ จำกัด) และการปนเปื้อนของคอปเปอร์ซัลเฟตลงสู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งส่งผลต่อระบบนิเวศน์ก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมาได้ การควบคุมโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นวิธีที่ได้รับความสนใจ พรรณไม้น้ำที่มีความสวยงามและนิยมใช้ประดับตู้ปลาหลายชนิดก็ได้มีการศึกษาในด้านสรรพคุณเกี่ยวกับสารทุติยภูมิที่พืชสามารถสร้างขึ้นเพื่อป้องกันตัวเองจากการถูกกินหรือปล่อยสารเคมีเพื่อสร้างอาณาเขตยับยั้งการเจริญของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (Chaudhuri *et al*., 2004; Erhard and Gross, 2006; Edhard *et al*., 2007)

ดังนั้นการศึกษาสารสกัดจากพรรณไม้น้ำที่เหมาะสมในการกำจัดสาหร่ายระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของสารสกัดจากพรรณไม้น้ำต่อปลาและกุ้งสวยงาม จะเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับฟาร์มเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ และยังเป็นส่วนสนับสนุนธุรกิจพรรณไม้น้ำสวยงาม รวมถึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรอินทรีย์ที่เน้นความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทดแทนสารเคมีในการ

ป้องกันสาหร่าย และการเพิ่มผลผลิตสูงสุดของพรรณไม้น้ำ เพื่อช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งยังช่วยพัฒนาธุรกิจการส่งออกพรรณไม้น้ำให้ยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสำรวจหาชนิดเด่นของสาหร่ายในบ่อเลี้ยงพรรณไม้น้ำ

1.2.2 เพื่อหาความเข้มข้นของสารสกัดจากพรรณไม้น้ำในการยับยั้งสาหร่ายชนิดเด่นและชนิดรวมในบ่อเลี้ยงพรรณไม้น้ำ

1.2.3 เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากพรรณไม้น้ำต่อปลาและกุ้งสวยงาม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พรรณไม้น้ำแบ่งตามลักษณะแหล่งที่อาศัย ได้แก่ พรรณไม้ใต้น้ำ (Submerged plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ มีรากเกาะยึดกับพื้นดินใต้น้ำ แต่ลำต้นและใบเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ พรรณไม้น้ำกลุ่มนี้สามารถดูดก๊าซออกซิเจนและก๊าซอื่นๆ จากน้ำได้โดยตรง เช่น ไส้ปลาไหล เทป ฯลฯ พรรณไม้เหนือน้ำ (Emerged plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำบางส่วนและโผล่เหนือน้ำบางส่วน โดยมีรากและลำต้นเจริญอยู่ใต้น้ำ เช่น บัวต่างๆ พรรณไม้ลอยน้ำ (Floating plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตโดยลอยอยู่ระดับผิวน้ำ พรรณไม้น้ำกลุ่มนี้หน้าที่พรางแสงให้พรรณไม้น้ำกลุ่มอื่นที่ต้องการความเข้มแสงน้อยกว่าเช่น จอก ผักตบชวา พรรณไม้ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibian plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่บริเวณริมน้ำหรือน้ำตื้น พรรณไม้น้ำกลุ่มนี้สามารถปรับเพื่อให้อยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบก โดยมีรากยึดดิน ส่วนล่างของลำต้นอยู่ใต้น้ำ และส่วนบนของลำต้นอยู่เหนือน้ำ เช่น ใบพาย อเมซอน และพืชชายน้ำ (Marginal plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ริมตลิ่ง ที่ลุ่ม ที่ชื้นแฉะ ริมทะเลสาบ โดยรากชอนไชลงไปถึงพื้นดินใต้น้ำ เช่น ผักเป็ดแดง แอมมาเนีย รากดำใบยาว มอสชวา (นงนุช, 2552)

องค์ประกอบของสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งสาหร่ายมีหลายชนิด จากการศึกษาของ Wang et al. (2010) พบว่าการสกัดสารจากพรรณไม้น้ำ *Potamogeton malaianus* และ *Potamogeton maackianus* ด้วย ethyl acetate มีองค์ประกอบของ phelonic acid, lactic acids และ hydroxyl fatty acid สารสกัดจากพรรณไม้น้ำ *Convolvulus arvensi* มีองค์ประกอบของสารประกอบ phelonic 20 ชนิด และ alkaloid อีก 8 ชนิด (Shoker and Jawad, 2013)

สารสกัดจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งสาหร่าย จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารธรรมชาติ 5 ชนิด ได้แก่ Chitosan, Polylysine, Berberine, Betaine และ Stachydrine พบว่า Berberine สามารถยับยั้งการเจิญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชได้ Li et al. (2010) Mulderij et al. (2007) สารสกัดจากพรรณไม้น้ำ *Stratiodes aloides* ที่สกัดด้วยน้ำผสมกับเมธาทอลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis aeruginosa* และ สาหร่ายสีเขียว *Chlorella* spp. และ *Scenedesmus* spp. แต่ไม่ยับยั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Synechococcus elongates* Wang et al. (2010) สารสกัดจากพรรณไม้น้ำ *Potamogeton malaianus* และ *Potamogeton maackianus* ที่สกัดด้วยน้ำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis aeruginosa*ได้ และ Shoker and Jawad (2013) สาร

สกัดจากพรรณไม้น้ำ *Convolvulus arvensi* ยับยั้งการเจริญเติบโตสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 6 ชนิด และสาหร่ายสีเขียว 3 ชนิด

2.3 พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการสกัด

2.3.1 ดีปลีน้ำ

ดีปลีน้ำมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Patamogeton malaianus* Miq ชื่อสามัญ Pondweed ลำต้นมี 3 แบบ คือ ลำต้นที่เป็นเหง้า (Rhizome) อยู่ในดินใต้น้ำ ลำต้นที่เป็นไหล (Stolon) เลื้อยทอดไปบนพื้นดินใต้น้ำมีไหลยึดยาวเลื้อยทอดตามพื้นดิน และลำต้นที่เป็นสายทอดตามระดับความลึกของน้ำ ซึ่งมีลักษณะเรียวกลม ลำต้นเห็นข้อปล้องชัดเจน ความยาวขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ ใบเป็นใบเดี่ยว 2 แบบ คือใบเหนือน้ำ แผ่นใบหนาเป็นมัน สีเขียวสด ลอยแบนติดกับแผ่นน้ำ ลักษณะใบรูปไข่ค่อนข้างรี กว้างประมาณ 2-4 เซนติเมตร ยาว 5-20 เซนติเมตร มีเส้นใบ 15-21 เส้น ขนานไปตามความยาวของแผ่นใบ ก้านใบกลมยาวประมาณ 3-9 เซนติเมตร ส่วนใบใต้น้ำมีลักษณะเป็นแผ่นบางใส สีเขียวปนน้ำตาล เรียวยาวปลายใบแหลมกว่าใบเหนือน้ำ กว้าง 1.0-3.5 เซนติเมตร ยาว 6-28 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบยาว 1-4 เซนติเมตร มีเส้นใบ 9-15 เส้น หูใบมีลักษณะเรียวยาว บางใส ปลายแหลม ยาว 3-9 เซนติเมตร เกิดบริเวณลำต้นที่ลอยในน้ำ ดอกออกเป็นช่อแบบ (Spike) คือ มีดอกย่อยเรียงติดกันบนก้านช่อดอก โดยไม่มีก้านดอกย่อย

ภาพที่ 1 ดีปลีน้ำ

ที่มา:http://www.qsbg.org

2.3.3 ผักบุ้ง

ผักบุ้งมีชื่อพื้นเมืองว่า ผักทอดยอด, ผักบุ้งไทย, ผักบุ้งแดง, ผักบุ้งนา, กำจร, ชื่อสามัญ คือ Swampcabbge ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Ipomoea aquatica* อยู่ในวงศ์ Convolvulaceae ลักษณะทั่วไป เป็นไม้ล้มลุกที่ลำต้นทอดคลานไปตามพื้น เป็นต้นไม้น้ำและเป็นไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นทอดเลื้อยไปตามน้ำหรือในที่ลุ่มที่มีความชื้นหรือดินแฉะ ลำต้นกลมสีเขียวหรือสีม่วงแดง มีข้อปล้องและมีรากออกตามข้อได้ใบเป็นใบเดี่ยวออกแบบสลับ ใบเป็นรูปหอกหรือลูกศร ขอบใบเรียบหรือมีควั่นเล็กน้อย ปลายใบแหลมหรือมน ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจ ใบยาว 3-10 ซม. กว้าง 1-9 ซม. ดอกเป็นรูประฆังออกที่ซอกใบ แต่ละช่อมีดอกย่อย 1-5 ดอก กลีบเลี้ยงสีเขียวกลีบดอกมีทั้งสีขาวหรือสีชมพูอยู่ที่ฐาน เกสรตัวผู้มี 5 อัน ยาวไม่เท่ากัน ผลเป็นแบบแคปซูล รูปไข่หรือกลม สีน้ำตาล มีเมล็ดกลมสีดำ ส่วนที่ใช้บริโภค ยอดอ่อน ใบอ่อน การขยายพันธุ์ เมล็ด เถา สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เป็นไม้ที่ปลูกได้ในดินทุกชนิดขึ้นได้ในที่แห้งแล้ง แต่ถ้าหากมีน้ำมากก็จะทำให้ลำต้นเจริญงอกงามดี (มีมากฤดูฝน) การปรุงอาหาร ยอด ใบอ่อน นำมารับประทานสด หรือลวกต้มให้สุกเป็นผักร่วมกับน้ำพริก ส้มตำ นำไปประกอบอาหาร เช่น ผัด แกงส้ม แกงคั่ว ลักษณะพิเศษ ผักบุ้งช่วยขับพิษ ถอนพิษเบื่อเมา

ภาพที่ 2 ผักบุ้ง

ที่มา : http://www.samunpri.com

2.4 การสกัดสาร

การสกัดสารจากพืชโดยใช้ตัวทำละลายเพื่อให้ได้สารที่ต้องการขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาวะในการสกัดเช่นอุณหภูมิเวลาความเป็นกรด-ด่างอัตราส่วนของตัวทำละลายต่อวัตถุดิบขนาดของวัตถุดิบที่จะนำมาสกัดโดยปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและผลผลิตที่ได้อีกทั้งการเตรียมตัวอย่างพืชมีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดได้แก่การอบแห้งการบดตัวอย่างให้ละเอียดตามขนาดที่ต้องการการเลือกส่วนของพืชที่ให้ประสิทธิภาพในการสกัดและการแยก(สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2.4.1 การสกัดด้วยสารละลาย (solvent extraction)

เป็นกระบวนการแยกสารโดยอาศัยคุณสมบัติที่ว่าสารอินทรีย์ในพืชจะสามารถละลายได้ในสารละลายอินทรีย์ (organic solvent) บางชนิดเช่น เอทานอล เมทธานอล แอลกอฮอล์ อะซิโตน เฮ็กเซน เบนซีน อีเธอร์ (ปิโตรเลียมอีเธอร์) เอทธิล อะซิเตท เป็นต้น โดยวิธีการในการสกัดสารออกจากเนื้อเยื่อพืช คือ นำเนื้อเยื่อพืชที่แห้งและบดละเอียดมาแช่ในสารละลายอินทรีย์ (organic solvent) ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อปล่อยให้สารสกัดละลายออกมาอยู่ในสารละลายอินทรีย์ หลังจากนั้นจึงกรองแยกกากเนื้อเยื่อพืชออก นำสารละลายที่ได้ไปผ่านกระบวนการกลั่นที่จุดเดือดซึ่งเหมาะสมกับตัวสารละลายอินทรีย์ เพื่อให้สารที่ถึงจุดเดือดก่อนระเหยแยกตัวออกไป ก็จะสามารถแยกสารสกัดออกจากสารละลายอินทรีย์ได้ โดยวิธีการนี้ต้องทำการบดเนื้อเยื่อพืชก่อนเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเซลล์ที่สะสมสารสกัดกับสารละลายอินทรีย์ที่เป็นตัวทำละลาย โดยข้อดีของวิธีการสกัดด้วยสารละลาย (solvent extraction)คือ สามารถแยกสารสกัดจากเนื้อเยื่อพืชได้มากกว่าวิธีการกลั่น (พิทยา, 2551)

2.5 สาหร่ายที่มีผลต่อการเลี้ยงพรรณไม้น้ำในระบบฟาร์ม

2.5.1 สาหร่ายสีเขียว

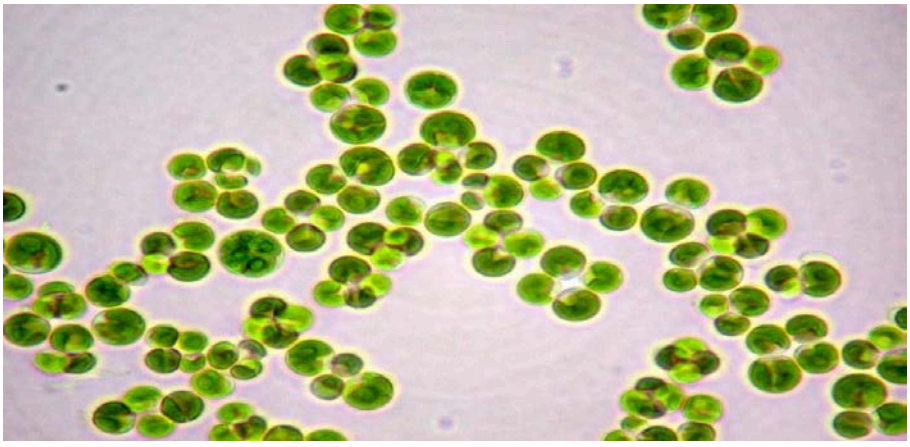
สาหร่ายสีเขียวมีรูปร่างหลายแบบ มีทั้งเซลล์เดี่ยว (unicell) โคโลนี (colony) และเส้นสาย (filament) พวกที่เป็นเซลล์เดี่ยวหรือโคโลนีมีทั้งที่เคลื่อนไหวได้และไม่ได้ พวกที่เป็นเส้นสายมีทั้งที่แตกแขนงและไม่แตกแขนง สาหร่ายสีเขียวมีนิวเคลียส 1 อันหรือบางชนิดมีมากกว่า 1 พวกที่มีหนวดจะมีออร์กาเนลล์ที่มีสีเรียกว่าตา (eye spot or stigma) ทำหน้าที่รับแสงแล้วส่งไปยังหนวด ปริมาณสาหร่ายสีเขียวมีมากพอๆกับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเจริญเติบโตได้ดีทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็มแต่จะไม่มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติได้เช่นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว รูปร่างและขนาดของสีเขียวต่างกันตามชนิดสาหร่ายสีเขียวที่พบเจอบ่อยๆได้แก่ *Scenedesmus* sp.และ *Chlorella* sp. เป็นต้น

Scenedesmus sp.เป็นกลุ่มเซลล์จำนวน 2-4-8-32 เซลล์ รูปร่างเซลล์เป็นแบบรูปไข่ รูปกระสวยรูปวงเดือนหรือรูปรี เซลล์เรียงกันโดยใช้ด้านข้างแตะกัน อาจจัดเป็นแถวเดี่ยวหรือ 2 แถว (บน-ล่าง) ผนังเซลล์อาจเรียบหรือมีหนาม ฟันและสัน มีคลอโรพลาสต์ 1 แผ่นอยู่ที่ของเซลล์ (ภาพที่ 2) ส่วนมากเป็นแพลงต์ตอนน้ำจืด อาศัยอยู่ในสภาพน้ำคุณภาพปานกลาง กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแพลงก์ตอนสีเขียวส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำจืด หรือน้ำที่ไม่เค็มมากนัก

ภาพที่ 3 *Scenedesmus* sp.

ที่มา: www.protist.i.hosei.ac.jp

Chlorella sp. เป็นสาหร่ายเซลล์เดียวสีเขียวที่พบในน้ำจืด คอเรลลาเป็นสาหร่ายน้ำจืดในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียวมีขนาดเล็ก ลักษณะกลมรีหรือรูปไข่ พบได้ตามแหล่งน้ำจืดสะอาดทั่วโลกมานานกว่า 2,500 ล้านปีคลอเรลลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 ใน 1,000 มิลลิเมตรหรือเท่ากับเม็ดเลือดแดงของมนุษย์

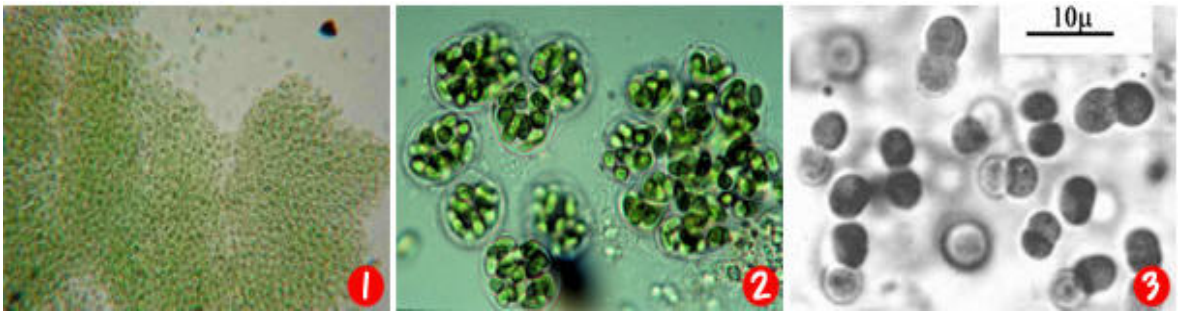


ภาพที่ 4 *Chlorella* sp.

ที่มา: www.dobrakoupe.eu

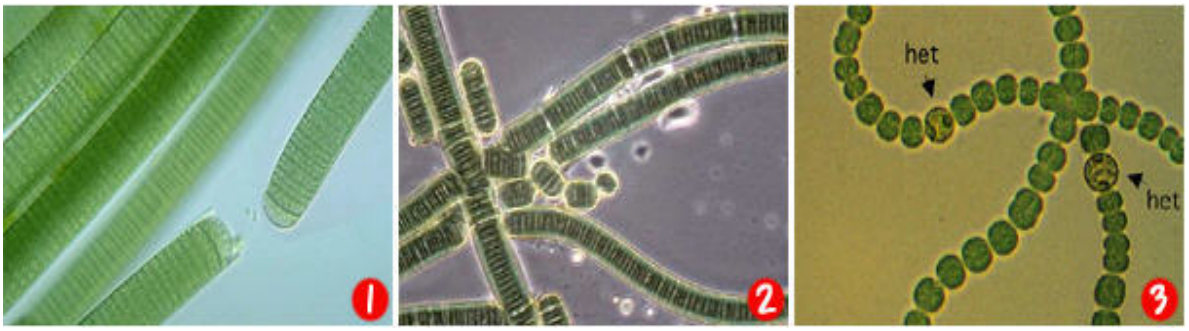
2.5.2 สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ลักษณะโดยทั่วไปมีเซลล์เป็น Prokaryotic cell คือไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส สารพันธุกรรมกระจายในไซโตพลาสซึม จึงเป็นเหตุสำคัญให้เกิดการแบ่งกลุ่มใหม่จากเดิมที่เป็นสาหร่าย จัดมาเป็นกลุ่มแบคทีเรีย อยู่ใน Kingdom Monera เนื่องจากการไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสนั่นเอง และมีชื่อเรียกใหม่ว่า Cyanobacteria คือแบคทีเรียสีแกมน้ำเงิน เป็นแบคทีเรียที่สามารถเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แต่ไม่มีโครงสร้างของคลอโรพลาสต์หรือพลาสติด ซึ่งบรรจุรงควัตถุในการสังเคราะห์ด้วยแสงเหมือนพืช แต่มีรงควัตถุคือ คลอโรฟิลล์ เบตาแคโรทีนแซนโตฟิลล์ ไพโคอิริทริน ไฟโคบิลิน และไฟโคไซยานิน กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึมทำให้เห็นเป็นเซลล์สีเขียวแกมน้ำเงินอาหารสะสมเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภท Cyanophycean starchผนังเซลล์ประกอบด้วยสาร Peptidoglycan ต่างจากผนังเซลล์พืชซึ่งโครงสร้างเป็น Cellulose ไม่มีแฟลเจลลาในการเคลื่อนที่ เหมือนโปรโตซัวบางชนิดมีการสร้างเซลล์พิเศษขึ้นในสาย เช่น Heterocyst akinete deadcell เกิดเป็นเซลล์ใหม่และต้นใหม่ได้ หรือ ทนสภาพแวดล้อม ขึ้นกับชนิดมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งแบบ binary fission จากหนึ่ง เป็นสอง หรือการสร้างเซลล์พิเศษสาหร่ายที่มีพิษเช่น*Microcystis aeruginosa* จัดว่าเป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งในกลุ่ม cyanobacteria ที่มีคุณสมบัติส่วนหนึ่งเหมือนพืชสามารถสังเคราะห์แสงได้และมีสีเขียวอมน้ำเงิน (photosynthetic pigments)หรือที่คนส่วนใหญ่เรียกกันว่า Blue-green algae พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำจืดโดยจะเพิ่มปริมาณมากในช่วงอากาศร้อน ซึ่งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae) สามารถผลิตสร้างพิษที่มีชื่อว่า microcystinsและ anatoxins โดยสาหร่ายจะปลดปล่อยสารพิษออกจากเซลล์เมื่อเซลล์แตก ซึ่งการเพิ่มปริมาณของสาหร่ายนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น แหล่งน้ำที่นิ่งสงบ และส่วนใหญ่จะพบการเกิดพิษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้ในสัตว์เลี้ยงที่บริโภคน้ำเข้าไปหรือในสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ สาหร่ายในกลุ่มนี้ มีอยู่หลายสกุลมาก แต่สกุลที่มีรายงานว่าทำให้เกิดพิษต่อสัตว์ ได้แก่ สกุล *Anabaena, Microcystis, Nodularia, Nostoc* และ *Oscillatoria* ซึ่งจะมีทั้งแบบตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่ไม่เป็นเส้นสาย(ภาพที่ 5) และตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่เป็นเส้นสาย(ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่ไม่เป็นเส้นสาย 1; *Microcystis*sp 2; *Gloeocapsa* sp.3; *Synechococcus*sp.

ที่มา : http://www.vcharkarn.com



ภาพที่ 6 ตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกลุ่มที่เป็นเส้นสาย 1;*Oscillatoria*sp. 2;*Lyngbya* sp. 3; *Anabaena* sp.

ที่มา : http://www.vcharkarn.com

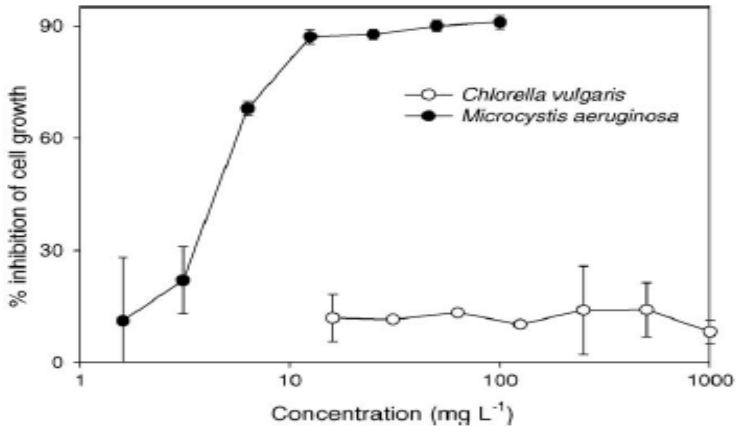
2.6 ผลของสารสกัดจากพรรณไม้น้ำต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

การบลูมของสาหร่ายก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรงต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการดำเนินการทางการประมงมีผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ การบลูมของสาหร่ายผลิตกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์หรือแม้กระทั่งสารพิษที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตอย่างกะทันหันของปลาและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำจืด พบปัญหาของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Microcystis*, *Anabaena, Oscillatoria, Aphanizomenon* และ *Nodularia* เมื่อเร็วๆนี้ได้มีการค้นพบและการประยุกต์ใช้สารจากธรรมชาติ โดยพยายามที่จะควบคุมสาหร่ายที่เป็นอันตรายในระบบน้ำซึ่งเป็นทางเลือกหลีกเลี่ยงการใช้ algicides สังเคราะห์

ประเทศไทยในเอเชียรวมทั้งเกาหลีสกุล *Polygonatum* พบว่าสารสกัดจากพืชสกุลนี้ยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายน้ำจืดได้หลายชนิด เช่นเดียวกับแหน Kim et al.(2006) พบว่า

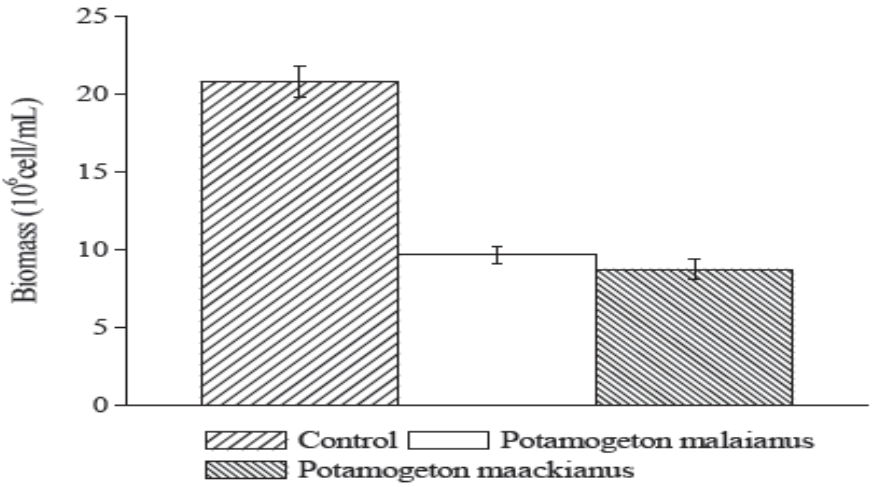
สารสกัดจากเหง้าของ *Polygonatum odoratum var. pluriflorum* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียว *C. vulgaris* โดยน้อยกว่า 10 % ที่ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายไซยาโนแบคทีเรีย *M.aeruginosa* ที่ 22.0, 67.9 และ 87.1 % ที่ความเข้มข้น 3.1 , 6.2 และ 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 7 และผลการศึกษา *Potamogeton malaianus* และ *Potamogeton maackianus* ใน Eutrophication ก็เป็นอีกหนึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ร้ายแรงที่สุด การเกิดการบลูมไซยาโนแบคทีเรียที่เป็นพิษในทะเลสาบ eutrophic อ่างเก็บน้ำและน้ำทะเลได้กลายเป็นปัญหาทั่วโลกทำให้น้ำเสื่อมคุณภาพ เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจอย่างรุนแรงเพราะส่วนใหญ่ของทะเลสาบเหล่านี้จะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดื่มหรือการจัดการอุตสาหกรรมและการเกษตร *Potamogeton malaianus* และ *Potamogeton maackianus* เป็นพรรณไม้น้ำขนาดใหญ่ที่พบได้ในบึงทะเลสาบและลำธารในประเทศแถบเอเชียตะวันออก *P.maackianus* เป็นหนึ่งสายพันธุ์ที่โดดเด่นในทะเลสาบหลายตำแหน่งต้นน้ำ กลาง ล่าง ของแม่น้ำแยงซีของจีนมีการประเมินผลของสารจากพืชที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและระบบการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของ*S. Obliquus* โดยทดลองการอยู่ร่วมกัน จากการทดลองพบว่าพรรณไม้น้ำบางชนิดสามารถใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดย Wang et al.(2010) พบว่าสารสกัดจากพืชสามารถยับยั้งอย่างเห็นได้ชัดในการเจริญเติบโตของ *M. aeruginosa* มีอัตราการยับยั้ง 53.5% และ 58.1% จาก *P. malaianus* และ*P. maackianus* ตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 8

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าพรรณไม้น้ำบางชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ Wu et al.(2012) ก็เป็นอีกคณะหนึ่งที่ได้ทดลองนำรากผักตบชวามาสกัดด้วยเมททานอลและนำไปใส่ในเพลทอาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5, และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยวิธี paper disk-agarplate methodและspectrophotometric method ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัดจากรากผักตบชวาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ดีที่ความเข้มข้นมากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังภาพที่ 9



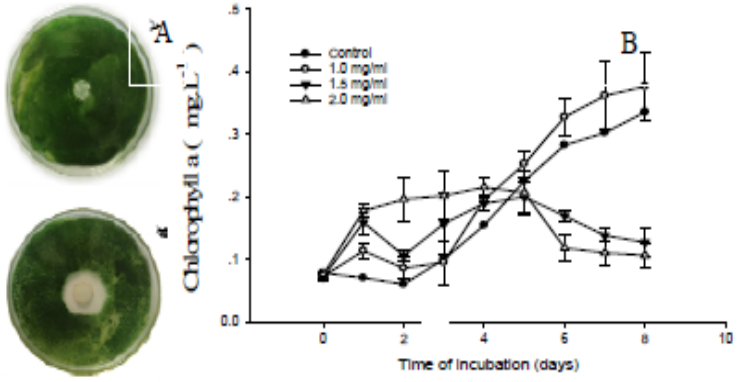
ภาพที่ 7 สารสกัดของ *Polygonatumodoratum var. pluriflorum* มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Microcystis aeruginosa* และ *Chlorella vulgaris* ทำการวัด 4 วันหลังการทดลอง ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย S.D. 3 ซ้ำความหนาแน่นของแสงสุทธิของเซลล์ที่เติบโตขึ้นในระหว่างการบ่ม 4 วัน ในการควบคุมที่ได้ทดลองเป็น 0.42±0.076 (A680- A800)สำหรับ *M. aeruginosa* และ 0.834±0.105 (A687- A800) สำหรับ *C.vulgaris* ขึ้นอยู่กับค่าการดูดกลืนแสงใน cuvette(1 ซม. X 1 ซม.)

ที่มา : Kim et al.(2006)



ภาพที่ 8 ผลการยับยั้งของ อีทิลอะซีเตท เป็นส่วนจาก *P. malaianus* และ *P. maackianus* ได้รับสารเป็นเวลา 72 ชั่วโมง แถบข้อผิดพลาดทั้งหมดสอดคล้องกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

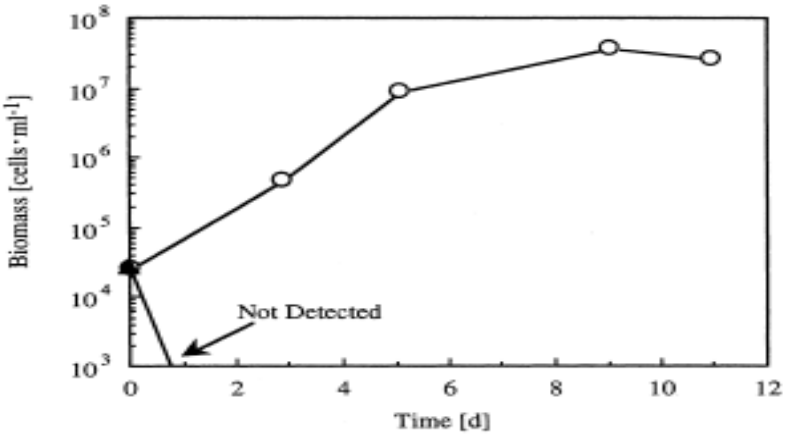
ที่มา : Wang et al.(2010)



ภาพที่ 9 ผลการยับยั้งสาหร่ายที่ได้จากสารสกัดผักตบชวา; A (บน ; ควบคุม และ ล่างสารสกัด) และกราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ของ *M. aeruginosa*

ที่มา : Wu et al.(2012)

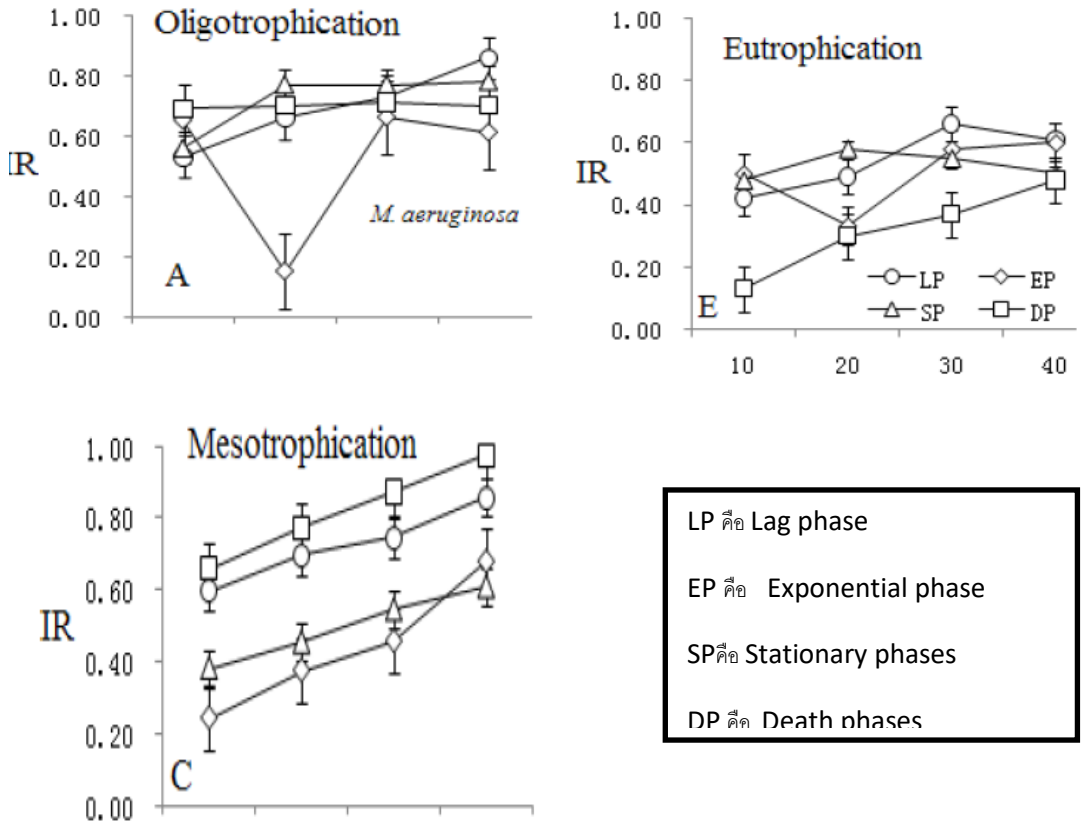
สอดคล้องกับการทดลองของ Nakai et al.(2000) โดยใช้ *Myriophyllum spicatum* ซึ่งเป็นกลุ่มของพืชน้ำ ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดย *M. aeruginosa* ถูกยับยั้งโดยสารสกัด hydrolyzable tannins eugeniinและ 1-desgalloyleugeniin และสารสกัดที่มีส่วนผสมของโพลีฟีนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย *M. aeruginosa* ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. aeruginosa* โดยส่วนผสมด้วย PA, GA, CATECH และ EA สัญลักษณ์ (O) ควบคุม,(▲) ผสมโพลีพีน

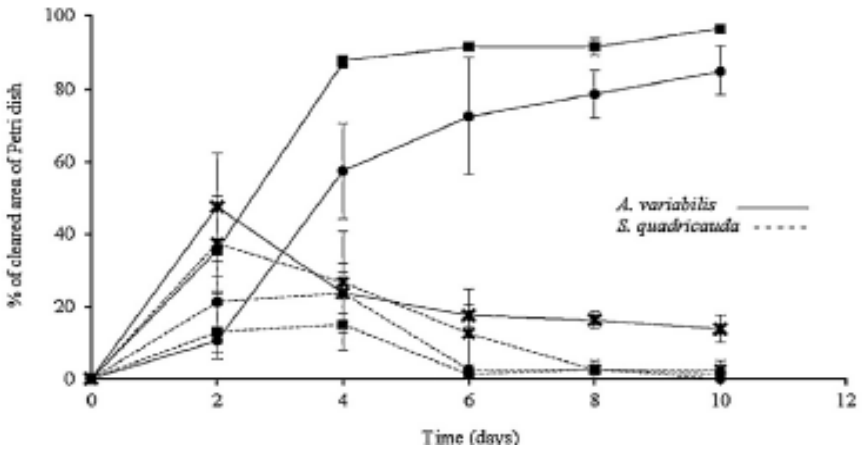
ที่มา : Nakai et al.(2000)

นอกจากนี้ Zuo et al.(2011) ก็ได้ทำการทดลองโดยการสกัดสารจากพืชลอยน้ำ โดยใช้ผักเป็ดน้ำ นำไปต้มในน้ำร้อนและนำไปใส่ในอาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่ความเข้มข้นของสารอาหาร 3 สถานะ eutrophication , oligotrophication และ mesotrophication สารสกัดเข้มข้น 10 – 40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการทดสอบกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 4 ระยะของการเจริญเติบโต คือ Lag phase, exponential phases, stationary phases, และ death phases พบว่าสารสกัดจากผักเป็ดน้ำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้สูงกว่า 50% ในสภาวะที่สาหร่ายอ่อนแอและขาดธาตุอาหาร โดยยับยั้งได้ดีใน oligotrophication และ mesotrophication ดังภาพที่ 11 สอดคล้องกับการทดลองของ Pakdel et al. (2007) โดยสกัดพืชลอยน้ำ 2 ชนิด คือ *Chara australis* และ *Potamogeton crispus* ด้วยเมทานอล ยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย *A. variabilis* และ *S. quadricauda* ที่ความเข้มข้น100 ไมโครลิตร โดยสังเกตจากบริเวณ clear zone ที่พบใน Petri dish พบว่า *A. variabilis* ถูกยับยั้งได้ดีด้วยสารสกัดจากทั้ง 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและ*S. quadricauda* (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 11 ผลของสถานะอาหารต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยสารสกัดจาก *A. philoxeroides*

ที่มา : Zuo et al.(2011)



ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์ clear zone ของ *A.variabilis* และ *S. quadricauda* ที่ยับยั้งด้วยสารสกัดจาก *C. australis* และ *P. crispus*

ที่มา : Pakdel et al. (2007)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การสำรวจชนิดของสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำฟาร์มเกษตรกร

เก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายที่เป็นปัญหาในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำของเกษตรกร นำมาศึกษาชนิดที่พบมากที่สุด จำนวน 3 ชนิด หลังจากนั้นคัดแยกเป็นเลี้ยงให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ (ลัดดา, 2542; ลัดดา, 2543) เพื่อนำไปทดสอบในข้อ 3.2

3.2 การทดสอบสารสกัดจากพรรณไม้น้ำต่อการยับยั้งสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำและโรงเรือนพรรณไม้น้ำของหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง

3.2.1 แผนการทดลอง

จัดชุดทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 2 การทดลองย่อย การทดลองย่อยที่ 1 ทดสอบกับสาหร่าย *Scenedaesmus* sp. ที่เป็นสาหร่ายชนิดเด่นที่แยกได้จากโรงเรือนพรรณไม้น้ำ การรทดลองย่อยที่ 2 ทดสอบกับสาหร่ายหลายชนิดที่เกิดในโรงเรือนพรรณไม้น้ำ

3.2.2 วิธีการทดลอง

(1) การเตรียมสาหร่ายสำหรับการทดลอง

(1.1) นำเซลล์เดี่ยวใส่หลอดทดลองและขยายต่อไปยังขวดรูปชมพูขนาด 1 ลิตร โดยใส่อัตราส่วนสาหร่าย 10 มิลลิลิตรต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และปุ๋ยสูตรอาหารเลี้ยงคลอเรลลา 20 มิลลิลิตรเป็นเวลา 10 วันหลังจากนั้นนำมาใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 21 ใบ ในอัตราส่วนสาหร่าย 100 มิลลิลิตร ต่อสารสกัด 1 มิลลิลิตร

3.2.3 การเตรียมพรรณไม้น้ำ

(1) ดีปลีน้ำ เก็บจากบริเวณเขื่อนแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรีล้างให้สะอาดผึ่งลมไว้ 1 คืนนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำดีปลีน้ำมาชั่งเพื่อทราบน้ำหนักสด นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้ง เมื่อแห้งแล้วนำดีปลีน้ำมาชั่งเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากนั้นบดให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องปั่น

(2) ผักบุ้ง เก็บรวบรวมจากลำคลองบริเวณรอบๆ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจังหวัดกรุงเทพฯ ล้างด้วยน้ำให้สะอาด แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งลมไว้ 1 คืน นำผักบุ้งมาชั่งเพื่อทราบน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง เมื่อแห้งแล้วนำผักบุ้งมาชั่งเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากนั้นบดให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องปั่น

3.2.4 การเตรียมสารสกัดจากพรรณไม้น้ำ

(1) ดีปลีน้ำ

นำดีปลีน้ำที่บดละเอียดเป็นผงสกัดด้วยตัวทำละลาย (เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราส่วนดีปลีน้ำ10 กรัมต่อตัวทำละลาย 500 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน นำสารสกัดมากรองด้วยผ้าขาวบางแล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นสารละลายออกนำไประเหยด้วยระบบสุญญากาศ ด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนได้สารสกัดเข้มข้น และเก็บสารสกัดในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การคำนวณเตรียมความเข้มข้นของสารสกัดการทดลองกำหนดความเข้มข้นของสารสกัด 5 ระดับ คือ 50, 125, 250, 500, และ 1000 ppm

วิธีการเตรียม Stock จากสูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

สารที่ความเข้มข้น 100,000ppm ในปริมาตรน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

105,000 ppm = (100,000 ppm x 10 ml)

= 9.52 ml (เติมเอทานอลจนครบ 10 มิลลิลิตร)

วิธีการเตรียมสารสกัดทั้ง 5 ระดับ โดยดูดสารจาก Stock ที่ความเข้มข้น 100,000 ppm จากสูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

(2) ผักบุ้ง

นำผักบุ้งที่บดละเอียดเป็นผง สกัดด้วยตัวทำละลาย (เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราส่วนผักบุ้ง 10 กรัม ต่อตัวทำละลาย 500 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

นำสารสกัดมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นสารละลายออก นำไประเหยด้วยระบบสุญญากาศ ด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วน ที่อุณหภูมิ 60 องศา เซลเซียส จนได้สารละลายเข้มข้น (115,000 ppm) เก็บสารสกัดในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การคำนวณเตรียมความเข้มข้นของสารสกัด การทดลองกำหนดความเข้มข้นของสารสกัด 5 ระดับคือ 50, 125, 250, 500 และ1000 ppm

วิธีการเตรียม Stock จากสูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

สารที่ความเข้มข้น 100,000 ppm ในปริมาตรน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

115,000 ppm = (100,000 ppm × 10 ml)

= 8.70 ml (เติมเอทานอลจนครบ 10 มิลลิลิตร)

3.2.5 การทดสอบผลของสารสกัดต่อสาหร่าย

(1) นำตัวอย่างน้ำจากโรงเรือนมากรองแล้วทำการแยกเซลล์ *Scenedesmus* sp. โดยวิธีการทำ Single cell มาเลี้ยงใส่ในหลอดทดลอง

(2) นำสาหร่ายมาขยายให้ได้ปริมาตรที่ต้องการแล้วแยกใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรตามแผนการทดลอง

(3) หยดสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆเซลล์เดี่ยว ที่ 50, 125, 250 ,500, 1000 ppm และหยดสารสกัดในเซลล์รวม ที่ 1000 และ 2000 ppm โดยทั้ง 2 ครั้งจะมีชุดควบคุม และชุดเอทานอล โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำ

(4) โดยครั้งแรกทดลองแบบเซลล์เพียงชนิดเดียว เมื่อทราบความเข้มข้นที่ยับยั้งได้ก็ทำการ เพิ่มความเข้มข้น โดยทดลองยับยั้งเซลล์รวม

(5) การบันทึกผลการทดลอง

(5.1) วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร ทุกวัน

(5.2) การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์

นำสาหร่าย 5 มิลลิลิตรกรองด้วยกระดาษขนาด 25 มิลลิเมตร บดกระดาษกรอง โดยเติมอะซีโตนทีละนิด จนครบปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำใส่หลอด centrifuge ไม่ให้โดนแสงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงนำสารละลายไปปั่นเหวี่ยง ส่วนใสตอนบบนไป วัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 750,663,645 และ630

การคำนวณคลอโรฟิลล์

Chl a (µg/L) = [11.64(Abs663)-2.16(Abs645) +0.1(Abs630) E (F)/V (L)

F = Dilution factor (ถ้า Abs 663, มากกว่า 0.99 ควรทำการเจือจางก่อนวัด)

E = ปริมาตรของอะซีโตนที่ใช้ในการสกัด (มล.)

V = ปริมาตรของน้ำที่ใช้กรอง (ลิตร)

L = ความกว้างของเซลล์ที่ใช้วัด (ซม.)

(5.3) นับจำนวนเซลล์สาหร่าย โดยใช้ Hemocytometer

หยดตัวอย่างสาหร่ายที่ต้องการจำนวน 1 หยด บนสไลด์ Hemocytometer ที่มีกระจกปิดสไลด์ปิดอยู่มองเห็นได้ วางสไลด์ Hemocytometer บนกล้องจุลทรรศน์ ปรับกำลังขยายให้สามารถนับจำนวนเซลล์สาหร่าย นับทุกวันเวลา 9:00 น.

นำจำนวนเซลล์ที่นับได้มาหาอัตราการยับยั้ง (Inhibitory Rate : IR)

จากสูตร IR % (ความหนาแน่นของกลุ่มควบคุม – ความหนาแน่นของชุดทดลอง) x100 %

ความหนาแน่นของกลุ่มควบคุม

3.3 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน(LC_{50}) ของสารสกัดจากพืชน้ำต่อปลาสวยงามและกุ้ง

3.3.1 ชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของปลา และกุ้ง โดยน้ำหนักของปลาสอด, ปลาเทวดา, ปลาหมอมาลาวี, กุ้งเชอรี่ และ กุ้งเครฟิช อยู่ที่ 0.55±0.06, 1.34±0.15, 0.57±0.24, 0.08±0.01 และ 0.12±0.02 ตามลำดับ และความยาวของปลาสอด, ปลาเทวดา, ปลาหมอมาลาวี, กุ้งเชอร์รี่ และ กุ้งเครฟิชอยู่ที่ 3.43±0.22, 4.03±0.42, 3.79±0.44, 1.72±0.13 และ 1.84±0.20 ตามลำดับ

3.3.2 ทำการทดลองขั้นต้น (preliminary test) เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นช่วงกว้าง คือ ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ทำให้ปลา และกุ้งตาย100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลา และกุ้งมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบคือ 25, 50, 75, และ 100 mg/l ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง สำหรับปลา และในเวลา 48 ชั่วโมงสำหรับกุ้ง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองขั้นต้นนี้ไปใช้ในการจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

3.3.3 การทดลองอย่างละเอียด (full scale test) เป็นการทดลองเพื่อจัดระดับความเข้มข้นซึ่งอยู่ในช่วงที่สัตว์ทดลองตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ปริมาณน้ำ 2.5 ลิตร ใส่ในโหลทดลอง ใส่ปลา และกุ้ง จำนวน 10 ตัว ต่อขวด ซึ่งเท่ากับหนึ่งหน่วยทดลอง (replication) จัดแบ่งระดับความเข้มข้นของการทดลองเป็น 6 ระดับ (treatment) ตามประสิทธิภาพของพรรณไม้น้ำแต่ละชนิด พร้อมทั้งมีกลุ่มควบคุม (control) ในแต่ละระดับความเข้มข้นมี 3 ซ้ำการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test จากโปรแกรมสำเร็จรูป

3.4.2 นำข้อมูลอัตราตายของปลา และกุ้ง จากการทดลองที่ 1,2 และ3 วิเคราะห์ค่า LC_{50} ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง โดยใช้ Probit analyze

3.5 **สถานที่ทำการทดลอง**

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การประมง สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การสำรวจชนิดของสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำฟาร์มเกษตรกร

จากเก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายที่เป็นปัญหาในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำของเกษตรกร นำมาศึกษาชนิดที่พบมากที่สุด จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ หลังจากนั้นคัดแยกเป็นเลี้ยงให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ (ลัดดา, 2542; ลัดดา, 2543) เพื่อนำไปทดสอบข้อ 4.2 พบว่าชนิดเด่นคือ สาหร่าย *Scenedesmus* sp.

4.2 ผลการทดสอบสารสกัดจากพืชน้ำต่อการกำจัดสาหร่าย

4.2.1 สารสกัดจากผักบุ้งกำจัดสาหร่าย

อิทธิพลของสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอลต่อเซลล์สาหร่าย *Scenedesmus* sp. โดยใช้ heamocytometer เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และชุดเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม), Ethanol, 50, 125, 250, 500 และ 1000 ppm พบว่าจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. เริ่มลดลงในวันที่ 2 ของสารสกัดทุกความเข้มข้น โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยลดลงเหลือ 72.25±0.25 $\times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ชุดเอทานอล และที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ (ตารางที่ 1) ส่วนอิทธิพลของสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอลต่อเซลล์สาหร่ายแบบรวม โดยใช้ heamocytometer เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และชุดเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม), Ethanol, 1000 และ2000 ppm พบว่าจำนวนเซลล์ของสาหร่ายลดลงสูงสุดที่ 0.00±0.00 $\times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ในวันที่ 4 ถึงวันที่ 7 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ชุดเอทานอล และที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Ayoola et al. (2011) โดยทำการทดลองสารสกัดจากผักบุ้งที่ทำให้เกิดพิษเฉียบพลันในปลานิลระยะ juveniles พบว่าสารสกัดจากผักบุ้งที่ความเข้มข้น 1.07 กรัมต่อลิตร มีพิษที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยา โดยเปลี่ยนแปลงในเนื้อเยื่อ และอวัยวะของปลานิล หายใจลำบากเพราะขาดออกซิเจน ทำให้ตายในที่สุด สารพิษที่เข้าไปในระบบน้ำจะช่วยลดความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำ ทำให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง

การประเมินผลคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน 7 ระดับ ได้แก่ 0 (กลุ่มควบคุม), Ethanol, 50, 125, 250, 500 และ 1000 ppm พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงสูงสุดเท่ากับ 0.56±0.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm โดยทุกระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ชุดเอทานอล และที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ ดังภาพที่ 13 ส่วนการยับยั้งของสาหร่ายแบบรวมในสารสกัดจาก

ผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0 (กลุ่มควบคุม), Ethanol, 1000 และ 2000 ppm พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงสูงสุดเท่ากับ 0.00±0.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 5 ถึงวันที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm โดยทุกระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังภาพที่ 14

อัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่าย *Scenedemus* sp. พบว่าที่ความเข้มข้น 1000 ppm อัตราการยับยั้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยยับยั้งเกิน 50% ตั้งแต่วันที่ 3 และสามารถยับยั้งได้ถึง 86.32% ในวันที่ 7 (ตารางที่ 3) ส่วนอัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่ายหลายชนิดรวม พบว่าที่ความเข้มข้น 1000 ppm อัตราการยับยั้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยยับยั้งเกิน 50% ตั้งแต่วันที่ 3 ส่วนความเข้มข้นที่ 2000 ppm สาหร่ายตายหมดในวันที่ 4 โดยสามารถยับยั้งได้ถึง 100% (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน($\times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

ความเข้มข้น	เวลา (วัน)			
(ppm)	0	1	2	3
Control	64.67±0.58[a]	180.50±0.50[a]	194.00±1.00[a]	306.92±1.18[a]
Ethanol	64.67±0.58[a]	157.75±0.66[b]	167.67±0.58	195.58±0.63[b]
50	64.67±0.58[a]	106.67±0.58[d]	141.33±1.53	153.67±0.63[d]
125	64.67±0.58[a]	132.33±0.58[c]	144.92±0.38	177.42±1.23[c]
250	64.67±0.58[a]	132.33±0.58[c]	96.42±0.38	100.58±0.38[f]
500	64.67±0.58[a]	80.50±0.25[g]	80.50±0.50[f]	97.33±0.52
1000	64.67±0.58[a]	101.33±0.38[e]	104.42±0.52	96.42±0.38[g]

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน($\times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) (ต่อ)

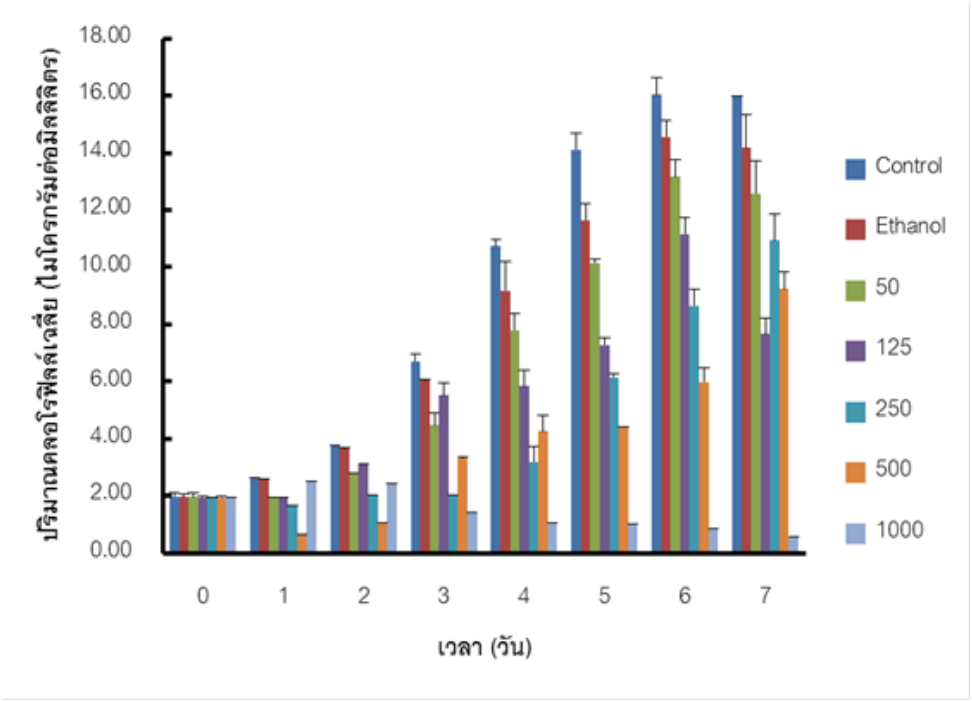
ความเข้มข้น	เวลา (วัน)			
(ppm)	4	5	6	7
Control	355.75±0.25 [a]	440.33±0.38 [a]	460.58±0.52	528.33±0.58 [a]
Ethanol	236.33±0.38 [b]	278.75±0.25 [b]	393.33±0.58 [b]	441.00±1.00 [b]
50	222.92±0.52 [c]	234.00±0.66	323.75±0.66 [c]	335.00±1.00 [d]
125	209.33±0.38 [d]	230.75±0.50 [d]	294.33±0.58 [d]	261.75±0.25 [f]
250	103.67±0.52 [f]	193.75±0.25 [e]	202.67±1.15 [e]	396.75±0.43 [c]
500	118.67±0.38 [e]	163.50±0.50 [f]	200.33±0.58 [f]	283.00±1.73 [e]
1000	86.58±0.14 [g]	84.33±0.58 [g]	74.83±0.76 [g]	72.25±0.25 [g]

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

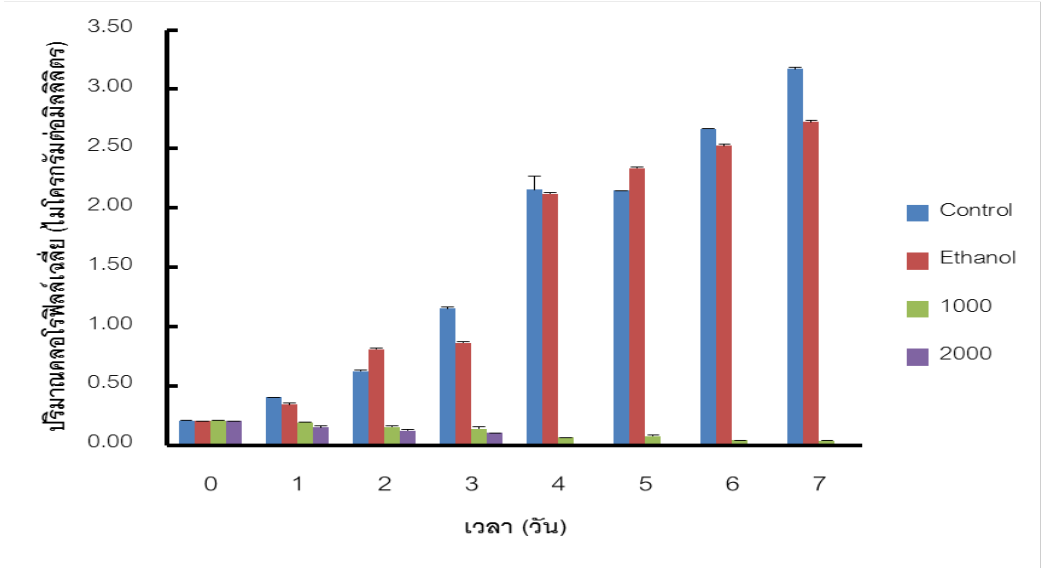
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนเซลล์ของสาหร่ายรวมในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ($\times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

เวลา (วัน)	ความเข้มข้น (ppm)			
	Control	Ethanol	1000	2000
0	91.30±0.26 [a]	91.30±0.26 [a]	91.25±0.22 [a]	91.34±0.29 [a]
1	152.82±1.04 [a]	141.80±0.53 [b]	136.76±1.08 [c]	120.39±0.60 [d]
2	176.71±0.57 [b]	229.79±0.85 [a]	116.81±1.64 [c]	112.45±1.61 [d]
3	466.50±2.22 [a]	293.82±1.58 [b]	112.46±1.73 [c]	51.78±1.95 [d]
4	506.32±2.02 [a]	402.95±1.50 [b]	76.04±1.77 [c]	0.00±0.00 [d]
5	528.27±1.18 [b]	543.84±1.83 [a]	103.84±2.01 [c]	0.00±0.00 [d]
6	546.72±1.88 [a]	533.80±2.62 [b]	97.10±1.82 [c]	0.00±0.00 [d]
7	556.26±2.05 [a]	552.73±1.62 [b]	96.60±1.51 [c]	0.00±0.00 [d]

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพที่ 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายรวมในสารสกัดจากผักบุ้งในตัวทำละลายเอทานอล 70% ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

ตารางที่ 3 อัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่ายชนิดเดียว (*Scenedesmus* sp.) (เปอร์เซ็นต์)

เวลา	ความเข้มข้น (ppm)					
(วัน)	Ethanol	50	125	250	500	1000
1	12.60	40.90	26.69	52.54	55.40	43.86
2	13.57	27.15	25.30	50.30	58.51	49.83
3	36.27	49.93	42.19	67.23	65.98	68.59
4	33.57	37.34	41.16	70.86	66.64	75.66
5	36.70	46.86	47.60	56.00	62.87	80.85
6	14.60	29.71	36.10	56.00	56.50	83.97
7	16.53	36.59	50.46	24.91	46.44	86.32

ตารางที่ 4 อัตราการยับยั้งของสารสกัดจากผักบุ้งในสาหร่ายหลายชนิดรวม (เปอร์เซ็นต์)

เวลา	ความเข้มข้น (ppm)		
(วัน)	Ethanol	1000	2000
1	7.22	10.51	21.22
2	0.00	33.90	36.36
3	37.02	75.89	88.90
4	20.42	84.98	100.00
5	0.00	80.34	100.00
6	2.36	82.24	100.00
7	0.63	82.63	100.00

4.2.2 สารสกัดจากดีปลีน้ำกำจัดสาหร่าย

. อิทธิพลของสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอลต่อเซลล์สาหร่าย *Scenedesmus* sp. โดยใช้ heamocytometer เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและชุดเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นสารสกัดที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, Ethanol, 50, 125, 250, 500 และ 1000 ppm พบว่าจำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp.เริ่มลดลงในวันที่ 1 ของสารสกัดทุกความเข้มข้น โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm มีแนวโน้มลดลงอย่างอย่างต่อเนื่องลดลงสูงสุดที่ 33.00±0.57 X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร อัตราการยับยั้งเท่ากับ 88.38 % มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและชุดเอทานอล และที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ ผลการทดลองสอดคล้องกับ Wu et al.(2012) หลังใส่สารสกัดจากผักตบชวาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ *M. aeruginosa* ได้ดีที่ความเข้มข้นมากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 9) ส่วนอิทธิพลของสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอลต่อเซลล์สาหร่ายแบบยับยั้งรวม โดยใช้ heamocytometer เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและชุดเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นสารสกัดที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 0,Ethanol,1000 และ 2000 ppm พบว่าจำนวนเซลล์ของสาหร่ายลดลงต่ำสุดที 0 ที่ระดับความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm อัตราการยับยั้งเท่ากับ 100 % ในวันที่ 6 และ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุมและชุดเอทานอล (ตารางที่ 5)

การประเมินผลของคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 7 ระดับ 0, 50, 125, 250 ,500, 1000 ppm และชุดที่หยดเอทานอลพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ ลดลงสูงสุดเท่ากับ 0.01±0.008 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้น 1000ppm (ภาพที่ 15) โดยทุกระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมและชุดเอทานอลส่วนของการยับยั้งรวมในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอลซึ่งมีความเข้มข้นที่แตกต่างกันที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ 0, 1000,2000 ppm และชุดเอทานอลพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ ลดลงต่ำสุดเท่ากับ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในวันที่ 6 ที่ระดับความเข้มข้นที่ 1000 และ 2000 ppm โดยทุกระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมและชุดเอทานอล (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 จำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างก (X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

ความเข้มข้น	เวลา (วัน)			
(ppm)	0	1	2	3
Control	64.66±0.33[a]	98.33±0.33[a]	112.00±0.33[a]	181.33±0.66[a]
Ethanol	64.66±0.33[a]	97.60±0.33[a]	111.00±0.33[a]	180.00±0.57[a]
50	64.66±0.33[a]	85.33±0.33[b]	82.33±0.33[b]	85.66±0.66[b]
125	64.66±0.33[a]	78.33.60±0.66[c]	77.66±0.33[c]	81.00.±0.57[c]
250	64.66±0.33[a]	78.33±0.33[c]	77.00±0.33[c]	80.66±0.66[c]
500	64.66±0.33[a]	77.00±0.57[c]	76.66±1.00[c]	80.33±0.33[c]
1000	64.66±0.33[a]	75.33±0.66[d]	64.33±0.66[d]	50.33±0.33[d]

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 5 จำนวนเซลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างก (X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)(ต่อ)

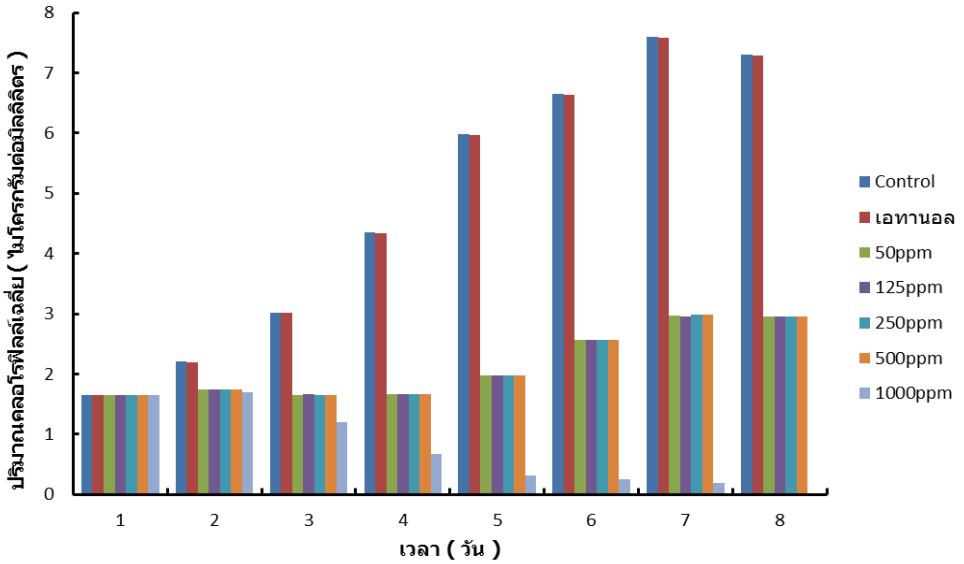
ความเข้มข้น	เวลา (วัน)			
(ppm)	4	5	6	7
Control	203.33±0.66[a]	238.00±0.33[a]	286.66±0.33[a]	284.30±0.33[a]
Ethanol	201.33±0.33[a]	236.00±0.57[a]	285.66±0.33[a]	283.00±1.00[a]
50	132.66±0.33[b]	142.00±1.20[b]	153.00±0.57[b]	151±0.577[b]
125	116.33±0.88[c]	131.60±0.33[c]	143.60±0.33[c]	142.66±0.33[c]
250	116.33±0.88[c]	130.60±4.33[c]	142.60±0.33[c]	142.60±0.33[c]
500	116.00±0.88[c]	130.00±0.33[c]	142.30±0.33[c]	142.30±0.33[c]
1000	43.66±0.66[d]	39.33±0.33[d]	35.00±0.33[d]	33.00±0.57[d]

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

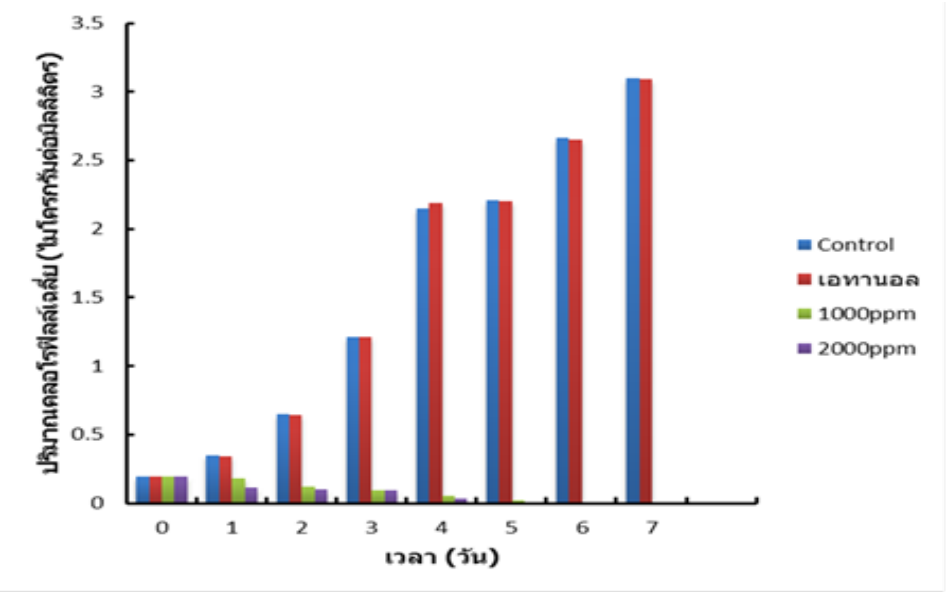
ตารางที่ 6 จำนวนเซลล์ของสาหร่ายแบบรวม ในสารสกัดจากดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล 70%ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกัน(X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

เวลา (วัน)	ความเข้มข้น(ppm)			
	Control	เอทานอล	1000	2000
0	15.33±0.33^a	15.33±0.57^a	15.33±0.33^a	15.33±0.33^a
1	24.00±1.00^a	23.33±0.33^a	13.66±0.33^b	7.66±0.66^c
2	45.00±1.15^a	45.00±0.57^a	5.33±0.33^b	2.30±0.33^c
3	85.33±0.33^a	85.00±0.33^a	2.73±0.12^b	1.29±0.29^c
4	123.33±0.88^a	122.66±0.57^a	1.68±0.01^b	1.12±0.01^b
5	143.33±0.88^a	143.00±0.33^a	1.10±0.02^b	0.00±0.00^b
6	175.99±0.37^a	173.76±1.89^a	0.00±0.00^b	0.00±0.00^b
7	229.00±0.57^a	228.00±0.33^a	0.00±0.00^b	0.00±0.00^b

ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแถวแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันคือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย *Scenedesmus* sp. ในสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล 70 % (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)



ภาพที่ 16 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายแบบรวม ในสารสกัดดีปลีน้ำในตัวทำละลายเอทานอล70 % (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

อัตราการยับยั้งของสารสกัดในสาหร่าย *Scenedesmus* sp. พบว่า ที่ความเข้มข้น 1000 ppm อัตราการยับยั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยยับยั้งเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่วันที่ 3 ที่ 72.42 % และสูงสุดในวันที่ 7 ที่ 88.38 % (ตารางที่ 7) ส่วนอัตราการยับยั้งของสารสกัดในสาหร่ายรวม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm อัตราการยับยั้งสูงสุดเท่ากับ 100 % ในวันที่ 6 และ 7 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 อัตราการยับยั้งจำนวนเซลล์สาหร่าย *Scenedesmus* sp. (%)

เวลา	ความเข้มข้น (ppm)					
(วัน)	Ethanol	50	125	250	500	1000
1	0.68	13.12	20.33	20.33	21.69	23.72
2	0.89	26.49	30.66	31.25	31.55	42.56
3	0.73	52.2	55.62	55	55	72.42
4	1.14	35.08	42.78	42.78	42.78	78.52
5	0.86	40.33	44.95	45.12	45.37	83.47
6	0.11	46	49.76	50.13	50.24	87.76
7	0.35	46.83	49.76	49.78	49.89	88.38

ตารางที่ 8 อัตราการยับยั้งจำนวนเซลล์สาหร่ายแบบรวม (%)

เวลา	ความเข้มข้น (ppm)		
(วัน)	Ethanol	1000	2000
1	2.79	43.08	68.08
2	0	88.15	94.88
3	0.38	93.9	98.48
4	0.54	98.63	99.09
5	0.23	99.23	100
6	1.14	100	100
7	0.43	100	100

4.3 ผลการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของสารสกัดจากพืชน้ำต่อปลาสวยงามและกุ้ง

4.3.1 สารสกัดจากผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*)

(1) LC_{50}ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากผักบุ้งไทยเพื่อทดสอบกับปลาสอด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาสอดที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 10, 30, 46.7 และ 66.7 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 6.7, 16.7, 36.7, 60 และ 96.7 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 13.3, 20, 46.7, 70 และ 100 ตามลำดับและ ความเข้มข้นที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 16.7, 30, 53.3, 83.3 และ 100 ตามลำดับค่า LC_{50} อยู่ที่ 16.56, 13.34, 11.81 และ 10.45 mg/l ตามลำดับ(ตารางที่ 9)

(2) LC_{50}ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาเทวดา (*Pterophyllum scalare*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากผักบุ้งไทย เพื่อทดสอบกับปลาเทวดา ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาเทวดาที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 0, 6.7, 46.7, 66.7 และ 76.7 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 3.3, 10, 50, 66.7 และ 100 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 6.7, 16.7, 76.7, 83.3 และ 100 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่

เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 13.3, 20, 80, 93.3 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 3.61, 3.19, 2.68 และ 2.42 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

(3) LC_{50}ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากผักบุ้งไทยเพื่อทดสอบกับปลาหมอมาลาวี ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาหมอมาลาวี ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 13.3, 16.7, 46.7 และ 56.7 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 6.7, 16.7, 26.7, 53.3 และ 73.3 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 20, 30, 63.3, 80 และ 100 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 23.3, 43.3, 76.7, 96.6 และ 100 ตามลำดับค่า LC_{50} อยู่ที่ 2.25, 1.95, 1.28 และ 1.05 mg/l ตามลำดับ(ตารางที่ 11)

(4) LC_{50}ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากผักบุ้งไทยเพื่อทดสอบกับกุ้งเชอรี่ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 mg/l ในเวลา 24 และ 48ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของกุ้งเชอรี่ ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 10, 13.3, 60 และ 80 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 6.7, 23.3, 40, 86.7 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 15.58 และ 11.46 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

(5) LC_{50}ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเครฟิช (*Procambarus clarkii*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากผักบุ้งไทยเพื่อทดสอบกับกุ้งเครฟิช ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 mg/l ในเวลา 24 และ 48ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของกุ้งเครฟิช ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 6.7, 16.7, 23.3, 53.3 และ 76.7 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 13.3, 30, 43.3, 83.3 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 19.35 และ 16.73 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

4.3.2 สารสกัดจากดีปลีน้ำ (*Patamogeton malaianus* Miq)

(1) LC_{50}ของสารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากดีปลีน้ำเพื่อทดสอบกับปลาสอด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาสอด ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 13.3, 23.3, 50 และ 70 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 10, 16.7, 33.3, 66.7 และ 93.3 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 13.3, 23.3, 43.3, 83.3 และ 100 ตามลำดับ และความ

เข้มข้นที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 16.7, 26.7, 50, 86.7 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 20.38, 16.41, 14.02 และ 13.18 mg/l ตามลำดับ(ตารางที่ 14)

(2) LC_{50}ของสารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาเทวดา (*Pterophyllum scalare*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากดีปลีน้ำที่เพื่อทดสอบกับปลาเทวดา ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.75, 3.5, 5.25, 7 และ 8.75 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาเทวดา ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 6.7, 16.7, 30, 50 และ 66.7 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 16.7, 20, 43.3, 76.7 และ 100 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 23.3, 26.7, 53.3, 86.7 และ 100 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 20, 30, 56.7, 93.3 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 7.08, 5.08, 4.44 และ 4.26 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

(3) LC_{50}ของสารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากดีปลีน้ำเพื่อทดสอบกับปลาหมอมาลาวี ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 mg/l ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของปลาหมอมาลาวี ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 6.7, 20, 53.3 และ 60 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0, 6.7, 13.3, 23.3, 63.3 และ 80 ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 10, 23.3, 30, 76.7 และ 100 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 3.3, 16.7, 26.7, 63.3, 93.3 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 4.30, 3.71, 3.04 และ 2.44 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

(4) LC_{50}ของสารสกัดจากดีปลีน้ำต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากดีปลีน้ำเพื่อทดสอบกับกุ้งเชอรี่ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 12, 24, 36, 48 และ 60 mg/l ในเวลา 24 และ 48ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของกุ้งเชอรี่ ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 3.3, 10, 16.7, 56.7 และ 83.3 ตามลำดับ และความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 6.7, 13.3, 30, 56.7, 90 และ 100 ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 46.18 และ 29.98 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

(5) LC_{50}ของสารสกัดจากดีปลีน้ำต่อกุ้งเครฟิช (*Procambarus clarkii*)

จากการทดสอบความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารสกัดจากดีปลีน้ำเพื่อทดสอบกับกุ้งเครฟิช ที่ระดับความเข้มข้น 0, 13, 26, 39, 52 และ 65 mg/l ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการตายของกุ้งเครฟิช ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0, 6.7, 16, 36.7, 56.7 และ 73.3 ตามลำดับ และ

ความเข้มข้นที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 6.7, 16.7, 30, 56.7, 80 และ 100% ตามลำดับ ค่า LC_{50} อยู่ที่ 48.68 และ 33.86 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 9 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	4	1	30	3.3	
	8	3	30	10	16.56
	12	9	30	30	
	16	14	30	46.7	
	20	20	30	66.7	
48	0	0	30	0	
	4	2	30	6.7	
	8	5	30	16.7	13.34
	12	11	30	36.7	
	16	18	30	60	
	20	29	30	96.7	
72	0	1	30	3.3	
	4	4	30	13.3	
	8	6	30	20	11.81
	12	14	30	46.7	
	16	21	30	70	
	20	30	30	100	
96	0	1	30	3.3	
	4	5	30	16.7	
	8	9	30	30	10.45
	12	16	30	53.3	
	16	25	30	83.3	
	20	30	30	100	

ตารางที่ 10 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาเทวดา(*Pterophyllum scalare*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	1	0	30	0	
	2	4	30	6.7	16.56
	3	14	30	46.7	
	4	20	30	66.7	
	5	23	30	76.7	
48	0	0	30	0	
	1	1	30	3.3	
	2	3	30	10	13.34
	3	15	30	50	
	4	20	30	66.7	
	5	30	30	100	
72	0	0	30	0	
	1	2	30	6.7	
	2	5	30	16.7	11.81
	3	23	30	76.7	
	4	25	30	83.3	
	5	30	30	100	
96	0	0	30	0	
	1	4	30	13.3	
	2	6	30	20	10.45
	3	24	30	80	
	4	28	30	93.3	
	5	30	30	100	

ตารางที่ 11 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	0.5	1	30	3.3	
	1	4	30	13.3	2.25
	1.5	5	30	16.7	
	2	14	30	46.7	
	2.5	17	30	56.7	
48	0	0	30	0	
	0.5	2	30	6.7	
	1	5	30	16.7	1.95
	1.5	8	30	26.7	
	2	16	30	53.3	
	2.5	22	30	73.3	
72	0	0	30	0	
	0.5	6	30	20	
	1	9	30	30	1.28
	1.5	19	30	63.3	
	2	24	30	80	
	2.5	30	30	100	
96	0	0	30	0	
	0.5	7	30	23.3	
	1	13	30	43.3	1.05
	1.5	23	30	76.7	
	2	29	30	96.6	
	2.5	30	30	100	

ตารางที่ 12 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของสารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead shrimps	Number of tested shrimps	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	15.58
	4	1	30	3.3	
	8	3	30	10	
	12	4	30	13.3	
	16	18	30	60	
	20	24	30	80	
48	0	1	30	3.3	11.46
	4	2	30	6.7	
	8	7	30	23.3	
	12	12	30	40	
	16	26	30	86.7	
	20	30	30	100	

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของ สารสกัดจากผักบุ้งต่อกุ้งเครฟิช (*Procambarus clarkii*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead shrimps	Number of tested shrimps	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	19.35
	5	2	30	6.7	
	10	5	30	16.7	
	15	7	30	23.3	
	20	16	30	53.3	
	25	23	30	76.7	
48	0	1	30	3.3	16.73
	5	4	30	13.3	
	10	9	30	30	
	15	13	30	43.3	
	20	25	30	83.3	
	25	30	30	100	

ตารางที่ 14 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาสอด (*Xiphophorus helleri*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	5	1	30	3.3	
	10	4	30	13.3	20.38
	15	7	30	23.3	
	20	15	30	50	
	25	21	30	70	
48	0	1	30	3.3	
	5	3	30	10	
	10	5	30	16.7	16.42
	15	10	30	33.3	
	20	20	30	66.7	
	25	28	30	93.3	
72	0	1	30	3.3	
	5	4	30	13.3	
	10	7	30	23.3	14.02
	15	13	30	43.3	
	20	25	30	83.3	
	25	30	30	100	
96	0	1	30	3.3	
	5	5	30	16.7	
	10	8	30	26.7	13.18
	15	15	30	50	
	20	26	30	86.7	
	25	30	30	100	

ตารางที่ 15 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาเทวดา (*Pterophyllum scalare*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	1.75	2	30	6.7	
	3.5	5	30	16.7	7.08
	5.25	9	30	30	
	7	15	30	50	
	8.75	20	30	66.7	
48	0	0	30	0	
	1.75	5	30	16.7	
	3.5	6	30	20	5.08
	5.25	13	30	43.3	
	7	23	30	76.7	
	8.75	30	30	100	
72	0	0	30	0	
	1.75	7	30	23.3	
	3.5	8	30	26.7	4.44
	5.25	16	30	53.3	
	7	26	30	86.7	
	8.75	30	30	100	
96	0	1	30	3.3	
	1.75	6	30	20	
	3.5	9	30	30	4.26
	5.25	17	30	56.7	
	7	28	30	93.3	
	8.75	30	30	100	

ตารางที่ 16 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อปลาหมอมาลาวีสีน้ำเงิน (*Aulonocara stuartgranti*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead fishes	Number of tested fishes	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	1	1	30	3.3	
	2	2	30	6.7	4.30
	3	6	30	20	
	4	16	30	53.3	
	5	18	30	60	
48	0	0	30	0	
	1	2	30	6.7	
	2	4	30	13.3	3.71
	3	7	30	23.3	
	4	19	30	63.3	
	5	24	30	80	
72	0	0	30	0	
	1	3	30	10	
	2	7	30	23.3	3.04
	3	15	30	50	
	4	23	30	76.7	
	5	30	30	100	
96	0	0	30	0	
	1	5	30	16.7	
	2	8	30	26.7	2.44
	3	19	30	63.3	
	4	28	30	93.3	
	5	30	30	100	

ตารางที่ 17 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อกุ้งเชอรี่ (*Neocaridina denticulate sinensis*)

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead shrimps	Number of tested shrimps	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	12	1	30	3.3	
	24	3	30	10	46.18
	36	5	30	16.7	
	48	17	30	56.7	
	60	25	30	83.3	
48	0	2	30	6.7	
	12	4	30	13.3	
	24	9	30	30	29.98
	36	17	30	56.7	
	48	27	30	90	
	60	30	30	100	

ตารางที่ 18 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50})ของ สารสกัดจากดีปลีน้ำต่อกุ้งเครฟิช (*Procambarus clarkii)*

Time (hr.)	Conc.(ppm)	Number of dead shrimps	Number of tested shrimps	Mortality rate (%)	LC_{50} (ppm)
24	0	0	30	0	
	13	2	30	6.7	
	26	5	30	16.7	48.68
	39	11	30	36.7	
	52	17	30	56.7	
	65	22	30	73.3	
48	0	2	30	6.7	
	13	5	30	16.7	
	26	9	30	30	33.86
	39	17	30	56.7	
	52	24	30	80	
	65	30	30	100	

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการแยกชนิดของสาหร่ายจากน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำสวยงาม พบว่า **สาหร่ายชนิดเด่น** คือ สาหร่าย *Scenedesmus* sp. สารสกัดจากดีปลีน้ำปริมาณความหนาแน่นของสาหร่าย *Scenedesmus* sp.ลดลงดีที่สุด โดยความเข้มข้นที่ 1000 ppm พบจำนวนเซลล์เท่ากับ 33.00±0.57 X 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร อัตราการยับยั้งเท่ากับ 88.38 % ที่ 7 วัน ส่วนสาหร่ายแบบรวม ที่ความเข้มข้น 2000 ppm อัตราการยับยั้งเท่ากับ 100 % ซึ่งไม่พบจำนวนเซลล์สาหร่ายตั้งแต่วันที่ 5 ของการทดลอง ส่วนสารสกัดจากผักบุ้งที่นำมาทดลอบในการยับยั้งสาหร่าย *Scenedemus* sp. ที่ความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด จำนวนเซลล์อยู่ที่ 72.25±0.25 (×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ซึ่งอัตราการยับยั้ง เท่ากับ 86.32 % ในวันที่ 7 และการยับยั้งสาหร่ายหลายชนิดรวม ที่ความเข้มข้น 2000 ppm สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด โดยความเข้มข้นที่ 2000 ppm ไม่พบจำนวนเซลล์ อัตราการยับยั้งเท่ากับ 100 % ตั้งแต่วันที่ 4 ของการทดลอง

สารสกัดผักบุ้งด้วยเอทานอลต่อปลาสอด ปลาเทวดา และปลาหมอมาลาวี มีค่า LC_{50}ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 10.45, 2.02และ 1.05 mg/l ตามลำดับ และสารสกัดดีปลีน้ำต่อปลาสอด ปลาเทวดา และปลาหมอมาลาวี มีค่า LC_{50}ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 13.14, 4.26และ2.44 mg/l ตามลำดับ และความเป็นพิษของสารสกัดต่อกุ้ง พบว่าสารสกัดผักบุ้งไทยต่อกุ้งเชอรี่ และกุ้งเครฟิช มีค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 11.46และ 16.73 mg/l และสารสกัดดีปลีน้ำต่อกุ้งเชอรี่และกุ้งเครฟิช มีค่า LC_{50}ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 29.98 และ 33.86 mg/l

เอกสารอ้างอิง

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงค์ตอนพืช. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 681 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.127 น.

Abrosca, B., M. Dellagreca, A. Fiorentino, M. Isidori P. Monaco and S. Pacifico. 2006. Chemical constituents of the aquatic plant *Schoenoplectus lacustris*: evaluation of phytotoxic effects on the alga *Selenastrum capricornutum*.

Chaudhuri, P. K., R. Srivastava, S. Kumar, and S. Kumar. 2004. Phytotoxic and antimicrobial constituents of *Bacopa monnieri* and *Holmskioldia sanguinea*. Phytotherapy Research. 18:114-117.

Erhard, D. and E. M. Gross. 2006. Allelopathic activity of *Elodea Canadensis* and *Elodea nuttall*i against epiphytes and phytoplankton. Aquat. Bot. 85: 203-211.

Erhard, D., G. Pohnet and E. M. Gross. 2007. Chemical defense in *Elodea nuttalli* reduces feeding and growth of aquatic herbivorous Lepidoptera. J. Chem. Ecol. 33: 1646-1661.

Kim J.-S., J.-C. Kim, S. Lee, B.-H. Lee and K. Y. Cho. 2006. Biological activity of L-2-azetidinecarboxylic acid, isolated from *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, against several algae. Aquatic Botany 85:1–6.

Li, Y.-H., T. Wu, W.-D. Yang, H.-Y. Li and J.-S. Liu. 2013. The effectiveness of five natural products against three species of harmful algae. Water and Environment Journal. doi:10.1111/wej.12033.

Mulderij, G. B. Mau, E. van Donk and E. M. Gross. 2007. Allelopathic activity of *Stratiodes aloides* on phytoplankton-towards identification of allelopathic substances. First Publ. Hydrobiologia 584:89-100.

Nakai, S., Y. Inoue, M. Hosomi and A. Murakami. 2000. *Myriophyllum spicatum*-released allelopathic polyphenols inhibiting growth of blue-green algae *Microcystis aeruginosa*. Water Research. 34(11): 3026-3032.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1981. Registry of toxic effects of chemical substances (RTECS). Cincinati, OH: NIOSH.

Pakdel, F.M., L. Sim, J. Beardall., J. Davis. 2013. Allelopathic inhibition of microalgae by the freshwater stonewort, *Chara australis*, and a submerged angiosperm, *Potamogeton crispus.Aquatic Botany* 110 : 24 – 30.

Shoker, R.M.H. and A.L.M. Jawad. 2013. Evaluation of isolated compounds activity from *Convolvulus arvensis* against algae. Iraqi Journal o f Science 54 (1): 62-71.

U. S. Environmental Protection Agency. 1986 Guidance for registration of pesticide products containing copper sulfate. Fact sheet no. 100. Office of Pesticide Programs. Washington, DC.

Wang, H.-Q., S.-P. Cheng, S.-H. Zhang, F. He, W. Liang, L-P. Zhang, C.-Y. Ge and Z.-B. Wu. 2010. Chemical composition in aqueous extracts of *Potamogeton malaianus* and *Potamogeton maackianus* and their allelopathic effects on *Microcystis aeruginosa*. Polish J. of Environ. Stud. 19(1): 213-218.

Wu, X., Z. Zhang, D. Chen, J. Zhang, W. Yang and Y. Jin. 2012. Allelopathic effects of *Eichhornia crassipes* on the growth of *Microcystis aeruginosa*. Journal of Agricultural Science and Technology A 2: 1400-1406.

Zuo, S., Mei, H., Ye, L. and Li, M. 2011. Effect of eutrophication on cyanobacteria inhibition by *Alternantheraphiloxeroides*. Scientific Research and Essays.6 (311):6584-6593.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 สูตรอาหารเลี้ยงคลอเรลลา (Chlorella medium)

สูตรอาหารเลี้ยงคลอเรลลา	1 ลิตร
$ZnSo_4.7H_2O$	0.088 g/1L
$MnCl_2.4H_2O$	0.014 g/1L
$CuSo_4.5H_2O$	0.016 g/1L
$Co\ (NO_3)_2.6H_2O$	0.005 g/1L
H_3BO_3	0.114 g/1L
KNO_3	1.250 g/1L
EDTA	0.500 g/1L
$MgSO_4.7H_2O$	1.000 g/1L
MoO_3	0.007 g/1L
$CaCl_2$	0.084 g/1L
KH_2PO_4	1.250 g/1L
$FeSO_4.7H_2O$	0.050 g/1L

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

ชื่อ – นามสกุล: นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ (อ่องสุวรรณ)

Mrs. Nongnuch Laohavisuti (Ongsuwan)

ตำแหน่งปัจจุบัน: รองศาสตราจารย์ระดับ 9

หน่วยงานต้นสังกัด: หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517 E-mail: nongnuch.la@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา:

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2528	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง)	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2530	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2543	ปริญญาเอก	Doc. Tech. Sci. (Aquaculture and Aquatic Resources Management)	Aquaculture and Aquatic Resources Management	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)	ไทย

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ : ปลาสวยงาม พรรณไม้น้ำ การเลี้ยงปลาและพรรณไม้น้ำแบบผสมผสาน (aquaponics)

ผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และพงโสภี อัตศาสตร์. 2535. ผลของเอสโตรเจนต่อการเจริญของต่อมเพศปลากัด (*Betta Splendens* Regan). การสัมมนาวิชาการประจำปี 2535 ระหว่างวันที่ 16-18 กันยายน 2535 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. การเลี้ยงปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ครั้งที่10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออเมซอนแดง *Echinodorus barthii* เพื่อการส่งออกโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อการสัมมนาวิชาการประจำปี 2546 ระหว่างวันที่ 7-9 กรกฎาคม 2546 กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอะโกลนีม่า *Aglaonema simplex*. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ อิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภวรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 151- 154.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอเมซอนแอฟริกานัส *Echinodorus africanus*. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรารัตน์ จูเจริญ. 2549. ผลของความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำกลุ่ม Rosette plant. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 53 - 59 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพึง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 725-732 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนงพะงา เรียงเรียบ. 2549. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้น้ำลานไพลินต่อรังสียูวี. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 445 - 452 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราส่วนเพศของลูกปลาหางนกยูง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2): 97-105.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ วรางคณา กาซัม. 2552. ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล. วารสารเกษตรนเรศวร 12 (ฉบับพิเศษ) 224-229

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, ลำพึง พุ่มจันทร์ และ สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป. 2553. การใช้สารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกรเพื่อเร่งการพัฒนาสีผิวในปลาหมอนกแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 12(4): 29-36.

Laohavisuti, N. and Seesanong, S. 2007. Iron Nutrition of a Hydroponics Aquatic Plant Culture (*Echinodorus martii*) Supplied with Different Synthetic Fe Chelates. *International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology November 21-23*, pp. 619-622

Laohavisuti, N. and Tongsiri, K. 2010. Growth, Hematology and Antioxidant Capacity of Fancy Carp (*Cyprinus carpio*) Fed Diets Supplemented with Lycopene. Proceedings 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand. 588-591.

Laohavisuti, N., Phumjan, L. and Ruangdej, U. 2011. Betalain from dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw Britt. & Rose) peel act as an antioxidant in fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.) *International Journal of Art and Sciences* 4(2): 121-128.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ดุสิต เอื้ออำนวย และวารินทร์ พิศโหมก. 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซี่บาร์บ (*Barbus conchonius*). การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นันทิมา สุทธิวรรณกุล นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. ผลของ ระบบปลูกพรรณไม้น้ำร่วมกับการเลี้ยงปลาในระบบต่างๆ ที่มีผลผลิตและคุณภาพน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (1-3) ฉบับพิเศษ: 18 – 21.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ วิไลวรรณ เหมศิริ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาซัม. 2548. ผลของความเข้มแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในตู้. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 741 - 744.

อัจฉรี เรืองเดช ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 290 - 297 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 717-724 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาฆัม. 2549. การขยายพันธุ์รากดำใบยาว. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 409 – 418 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก. หน้า 717-724.

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และพรเทพ แซ่ก๊วย. 2550. สารสกัดจากสาหร่ายขนนก (*Myriophyllum brasiliense*) เพื่อควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2): 366-374.

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2550. ผลของโอโซนต่อการอนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*, Bloch) ในระบบน้ำหมุนเวียนแบปิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2550. ผลของสารสกัดพรมมิ [*Bacopa monnieri* (Linnaeus) Pennell, 1946] ต่อการต้านเชื้อ *Vibrio harveyi* และปริมาณเม็ดเลือดชนิดที่มีแกรนูลในกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei* Boone, 1931) เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2552. การใช้แอสตาแซนทินเร่งสีในปลาพลาตี้. วารสารเกษตรนเรศวร 12 (ฉบับพิเศษ) 230-235.

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และหัสชัย จันทร์ศรีทอง. 2553. การเพิ่มภูมิคุ้มกันของปลาโรซี่บาร์บด้วยอาหารเสริมเบต้ากลูแคน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 12(4) 37-42.

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2553. การเสริมสารสกัดจากเปลือกผลแก้วมังกร *Hylocereus undatus* (Haw) Britt and Rose ในอาหารต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสีผิว ค่าโลหิตวิทยา และการต้านเชื้อของปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). วารสารการประมง. 63(5) 393-403.

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2553. การเพิ่มสีปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* Brevoort, 1856) ด้วยอาหารเสริมสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกร. วารสารการประมง 63(6): 526-531.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, สมศรี งามวงศ์ชน และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2553. การบำบัดน้ำในการเลี้ยงปลาสวยงามโดยใช้พรรณไม้ใต้น้ำ. วารสารการประมง: 63(3) 211-217.

Jongput, B., N. Laohavisuti and M. Mitrnoi. 2007. Effect of ammonium-nitrogen concentration and electrical conductivity on the growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in

hydroponics culture. International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

Phumjan, L. and N. Laohavisuti. 2007. Betalain extraction from peeled dragon fruit for enhancing color in red platy (*Xiphophorus maculatus*) . International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

Ruangdej, U. and N, Laohavisuti. 2010. Antioxidant and antimicrobial characteristics of submerged aquarium plants. Proceedings 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand. 484-487.

Ruangdej, U. and N. Laohavisuti. 2011. Aquarium plant, *Bacopa monnieri* L., enhances immune response of aquatic animals against bacteria. *International Journal of Art and Sciences* 4(2) 115-120.

ประวัติผู้วิจัยร่วม 1

ชื่อ-นามสกุล: นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

Ms. Uscharee Ruangdej

ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

หน่วยงานต้นสังกัด:

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517 E-mail: kruschar@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2530	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2535	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2544	ปริญญาโท	M.Sc.	Aquatic Environmental Science	Kochi University	Japan
2547	ปริญญาเอก	Ph.D.	Aquatic Environmental Science	Ehime University	Japan

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ : สิ่งแวดล้อมทางทะเล การใช้ประโยชน์จากสารทุติยภูมิของสาหร่าย และพืชน้ำ

ผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

อัจฉรี เรืองเดช นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และหัสชัย จันทร์ศรีทอง. 2553. การเพิ่มภูมิคุ้มกันของปลาโรซี่บาร์บด้วยอาหารเสริมเบต้ากลูแคน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 12(4) 37-42.

อัจฉรี เรืองเดช นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ พรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์. 2552. การใช้น้ำสกัดจากสาหร่ายทุ่นเป็นสารอาหารชีวภาพฉีดพ่นทางใบของผักคะน้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 5. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, หน้า 533-540

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2552. การใช้แอสตาแซนทินเร่งสีในปลาพลาตี้. วารสารเกษตรนเรศวร 12 (ฉบับพิเศษ) 230-235

อัจฉรี เรืองเดช นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ พรเทพ แซ่ก๊วย. 2550. สารสกัดจากสาหร่ายขนนก (*Myriophyllum brasiliense*) เพื่อควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2): 366-374.

อัจฉรี เรืองเดช ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25–26 พฤษภาคม 2549 มหาวิทยาแม่โจ้ เชียงใหม่.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28 – 29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 717-724.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. 2548. ผลของวิตามินบี 1 และบี 12 ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า.การประชุมทางวิชาการครั้งที่43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพึง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28 – 29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 725-732.

โสมลดา ประเสริฐสม นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2550. ผลของสารสกัดพรมมิ (*Bacopa monieri* (Linnaeus) Pennell, 1946) ต่อการต้านเชื้อ *Vibrio harveyi* และปริมาณเม็ดเลือดชนิดที่มีgranule

ในกุ้งขาวแวนาไม (*Penaeus vannamei* Boone, 1931). เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.