สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	81
สรุป	81
ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	84
ภาคผนวก	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบกลิ่นโคลนโดยวิธีประสาทสัมผัสกับปริมาณ geosmin ในปลา rainbow trout	28
2	แสดงแผนการทดลองแบบ 5x5 แฟคทอเรียล โดยมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยร่วมกับฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Oscillatoria*	32
3	แสดงแผนการทดลองแบบ 5x5 แฟคทอเรียล โดยมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยร่วมกับฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Microcystis*	33
4	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน	42
5	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน	43
6	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน	44
7	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในระดับความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ เป็นเวลา10 วัน	46
8	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* และปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง	50
9	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* และปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง	53
10	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 12 วัน	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 12 วัน	62
12	คุณสมบัติของดินในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ	67
13	คุณสมบัติของตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ	68
14	คุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ	68
15	ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* และ *Microcystis*	69
16	แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติน้ำ ตะกอนดิน และดินกับความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ	75

ตารางผนวกที่

1	สูตรอาหาร BG-11 Medium	95
2	ส่วนประกอบของ trace metal mix A5 + Co	95
3	สูตรอาหาร Allan blue green medium, modified	96
4	สารละลายธาตุอาหารรอง	96

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)	5
2	การเปลี่ยนแปลงของเสียจากการขับถ่ายของกุ้งและอาหารที่เหลือในรูปของสารประกอบไนโตรเจน (แอมโมเนีย ยูเรีย สารละลายอะมีนขั้นต้นและสารประกอบไนโตรเจนรูปอื่นๆ) ในบ่อเลี้ยง	6
3	การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในสภาพแวดล้อมของบ่อเลี้ยงกุ้ง	6
4	การเปลี่ยนแปลงมูลกุ้งในน้ำเลี้ยงกุ้งและน้ำทะเล เป็นสารละลายอินทรีย์ไนโตรเจน ยูเรีย สารละลายสารอะมีนขั้นต้นและแอมโมเนีย ในระยะ เวลา 8 ชั่วโมง	7
5	การเปลี่ยนแปลงอาหารกุ้งสำเร็จรูปในน้ำเลี้ยงกุ้งและน้ำทะเล เป็นสารละลายอินทรีย์ไนโตรเจน ยูเรีย สารละลายสารอะมีนขั้นต้นและแอมโมเนีย ในระยะเวลา 8 ชั่วโมง	8
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทในน้ำที่เติมและปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงปลา	9
7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ในน้ำที่เติมและปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงปลา	9
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่เติมและปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงปลา	10
9	(a) (b) ลักษณะเส้นสายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria*	11
10	(a) โคโลนี และ (b) เซลล์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis*	11
11	ผลของอุณหภูมิต่อ (a) การสังเคราะห์ geosmin (b) มวลน้ำหนักแห้ง (c) คลอโรฟิลล์-เอ (d) อัตราส่วน geosmin/มวลน้ำหนักแห้ง และ geosmin/คลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่าย *Anabaena* sp.	13
12	ผลของความเข้มแสงต่อ (a) การสังเคราะห์ geosmin (b) มวลน้ำหนักแห้ง (c) คลอโรฟิลล์-เอ (d) อัตราส่วน geosmin/มวลน้ำหนักแห้ง และgeosmin/คลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่าย *Anabaena* sp.	14

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chattonella marina*	15
14	nitrogenase activity ของสาหร่าย *Anabaena azollae* ในสภาพที่มี NaCl ความเข้มข้นระดับต่างๆ	16
15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนกับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	17
16	ผลของแอมโมเนียต่อ (a) การสังเคราะห์ geosmin (b) มวลน้ำหนักแห้ง (c) คลอโรฟิลล์-เอ (d) อัตราส่วน geosmin/มวลน้ำหนักแห้ง และ geosmin/คลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่าย *Anabaena* sp.	18
17	ผลของไนเตรทต่อ (a) การสังเคราะห์ geosmin (b) มวลน้ำหนักแห้ง (c) คลอโรฟิลล์-เอ (d) อัตราส่วน geosmin/มวลน้ำหนักแห้ง และ geosmin/คลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่าย *Anabaena* sp.	19
18	ผลของฟอสเฟตต่อ (a) การสังเคราะห์ geosmin (b) มวลน้ำหนักแห้ง (c) คลอโรฟิลล์-เอ (d) อัตราส่วน geosmin/มวลน้ำหนักแห้ง และ geosmin/คลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่าย *Anabaena* sp.	20
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสภาพปริมาณไนโตรเจน ฟอสเฟต และอัตราส่วนของ N:P ที่แตกต่างกัน	21
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน	22
21	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน	22
22	การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน N/P ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน	23
23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดกับปริมาณ geosmin ในน้ำบ่อเลี้ยงปลา trout	24
24	รูปแบบโครงสร้างของ geosmin I) m/z = 182, II) m/z = 112 และ III) m/z = 126	26
25	mass spectrum ของ geosmin ที่แตกตัว I) m/z = 182, II) m/z = 112 และ III) m/z = 126	26
26	chromatograms ของสารละลายมาตรฐาน geosmin (d)	27
27	mass spectrum ของ geosmin	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ประสิทธิภาพของ SPME fiber แต่ละชนิดในการวิเคราะห์ปริมาณ geosmin 50 ng/L	28
29	ลักษณะเส้นสายของ *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในความเค็มน้อยกว่า 10 พีพีที	41
30	ลักษณะเส้นสายของ *Oscillatoria* จับกันเป็นกลุ่มในความเค็มสูงกว่า 15 พีพีที	41
31	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน	42
32	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 วัน	43
33	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในระดับความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ เป็นเวลา10 วัน	45
34	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในระดับความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ เป็นเวลา10 วัน	46
35	ลักษณะเส้นสายของ *Oscillatoria* ที่แยกจากกันเนื่องจากเลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6	47
36	ลักษณะเส้นสายปกติของ *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 6	47
37	ปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ระดับต่างๆ ระหว่างการทดลองสาหร่าย *Oscillatoria*	49
38	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ต่างๆ	49
39	ปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง	50
40	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* ที่เลี้ยงในปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ระดับต่าง ๆ	51
41	*Oscillatoria* เจริญเติบโตในสภาพที่ไม่มีปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน)	51
42	*Oscillatoria* ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตในสภาพที่มีปริมาณสารแขวนลอยมาก	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
43	ปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ระดับต่างๆ ระหว่างการทดลองสาหร่าย *Microcystis*	52
44	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ต่างๆ	53
45	ปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง	54
46	การเจริญเติบโต (ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ที่เลี้ยงในปริมาณสารแขวนลอย (ตะกอนดิน) ระดับต่าง ๆ	54
47	*Microcystis* เจริญเติบโตในสภาพที่ไม่มีสารแขวนลอย (ตะกอนดิน)	55
48	*Microcystis* ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตในสภาพที่มีสารแขวนลอยมาก	55
49	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* วันที่ 12 ของการเลี้ยงในความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสระดับต่างๆ	61
50	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* วันที่ 12 ของการเลี้ยงในความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสระดับต่างๆ	66
51	ความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจนในดินกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	70
52	ความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสเฟตในดินกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	70
53	ความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจนในตะกอนดินกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	71
54	ความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสเฟตในตะกอนดินกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	71
55	ความสัมพันธ์ของความเค็มในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	72
56	ความสัมพันธ์ของความเป็นกรด-ด่างในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
57	ความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	73
58	ความสัมพันธ์ของปริมาณแอมโมเนียในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	73
59	ความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	74
60	ความสัมพันธ์ของปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำกับจำนวน *Oscillatoria* ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	74
61	chromatograms ของสารละลายมาตรฐาน geosmin ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS	76
62	mass spectrum ของสารละลาย geosmin มาตราฐาน m/z = 112	77
63	แสดงความสัมพันธ์พื้นที่ใต้กราฟ (corrected area) กับปริมาณ geosmin จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS-SPME	77
64	แสดงความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์-เอของสาหร่าย *Oscillatoria* กับปริมาณ geosmin	78
65	แสดงความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์-เอของสาหร่าย *Microcystis* กับปริมาณ geosmin	78
66	แสดงความสัมพันธ์ความหนาแน่นของสาหร่าย *Oscillatoria* กับปริมาณ geosmin ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม	79
67	แสดงความสัมพันธ์ปริมาณ geosmin ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมกับระดับกลิ่นที่ตรวจสอบโดยวิธีทางประสาทสัมผัส	80

ภาพผนวกที่

1	บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	97
2	บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมปูด้วยพลาสติกพีอี	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
3	สภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มีตะกอนดินแขวนลอย	97
4	สภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มีตะกอนดินแขวนลอยมาก	98
5	สภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มี *Oscillatoria* sp.เจริญเติบโต	98
6	สภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มี *Microcystis* sp. เจริญเติบโต	98
7	กรองเซลล์ *Microcystis* จากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวด้วยถุงกรองแพลงก์ตอน	99
8	นำเซลล์ไปตรวจเช็คภายใต้กล้องจุลทรรศน์	99
9	ลักษณะเส้นสายของ *Oscillatoria*	99
10	ลักษณะเซลล์เส้นสายของ *Oscillatoria*	100
11	ตรวจเช็คเซลล์หัวเชื้อ *Oscillatoria*	100
12	ลักษณะ *Oscillatoria* ที่ขยายสำหรับใช้ทดลอง	100
13	ลักษณะโคโลนีของ *Microcystis*	101
14	ลักษณะโคโลนีของ *Microcystis*	101
15	หัวเชื้อเซลล์ *Microcystis* ที่แยกจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาว	101
16	ขยายเซลล์ *Microcystis* เพื่อใช้ในการทดลอง	102
17	การทดลองผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Oscillatoria*	102
18	การทดลองผลของความเป็นกรด-ด่างต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Oscillatoria*	102
19	การทดลองผลของไนโตรเจนและฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Microcystis*	103
20	core เก็บตัวอย่างดิน	103
21	ตัวอย่างดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาว	103
22	ท่อเก็บตัวอย่างตะกอนดิน	104
23	ตัวอย่างตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งขาว	104
24	สุ่มตัวอย่างกุ้งแวนนาไมด้วยแห	104
25	ตัวอย่างกุ้งแวนนาไมจากบ่อเลี้ยง	105