สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☐ ดีมาก
☑ ดี ☐ ปานกลาง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นโคลนในปลาบึกและปลานิลแดง

สุพรรษา ทับทิมหิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ชื่อเรื่อง

ผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นโคลนในปลาบึกและปลานิลแดง

โดย

สุพรรษา ทับทิมหิน

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย)
วันที่ 15 เดือน ต.ค. พ.ศ. 52

กรรมการที่ปรึกษา ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
วันที่ 16 เดือน ตค พ.ศ. 52

กรรมการที่ปรึกษา ....
(อาจารย์ ดร.จงกล พรมยะ)
วันที่ 16 เดือน ต.ค พ.ศ. 52

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
วันที่ 16 เดือน ตค พ.ศ. 52

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
วันที่ 19 เดือน ต.ค. พ.ศ. 2552

ชื่อเรื่อง ผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นโคลนในปลาบึกและปลานิลแดง

ชื่อผู้เขียน นางสาวสุพรรษา ทับทิมหิน

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกลิ่นโคลนในปลาบึกและปลานิลแดง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ในการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกลิ่นโคลนในปลาบึก โดยให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) (T1), ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (T2) และให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (T3) ตามลำดับ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 150 วัน จากการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโต T3 ดีที่สุด (SGR = 2.13 เปอร์เซ็นต์/วัน, $p \leq 0.05$) และปริมาณกลิ่นไม่พึงประสงค์ (จีออสมินและ เอ็ม ไอ บี) ใน T3 ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) ปริมาณของ 2-methylisoborneol (MIB) ใน T1, T2 และ T3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 551.65 ± 55.45, 600.4±39.63 และ 450.69±19.83 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) และปริมาณจีออสมิน ใน T1, T2 และ T3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 369.82 ± 57.26, 128.36±39.83 และ 67.91±21.28 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการให้อาหารต่อลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลานิลแดงโดยมีการไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1), ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2), ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนเก็บเกี่ยว 30 วัน (T4) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 240 วัน พบว่า T1 และT3 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด การสะสมของสารประกอบเอ็มไอบีและจีออสมินใน T3 น้อยที่สุด และเมื่อให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปก่อนเก็บเกี่ยว 30 วัน ใน T4 พบว่า ปริมาณเอ็มไอบีและจีออสมินลดลง 22.5 และ 67.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาบึกและการเลี้ยงปลานิลแดงที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปจะช่วยเพิ่มในการเจริญเติบโตและการให้อาหารเต็มที่ช่วยลดการสะสมกลิ่นโคลนในเนื้อปลา

Title Effects of Feeding Rates on Growth Performance and Accumulatio of Off-flavor Substances in Mekong Giant Catfish (*Pangasianodon gigas*) and Red Tilapia (*Oreochromis* sp.)
Author Miss Supansa Tabtimhin
Degree of Master of Science in Fisheries Technology
Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Niwooti Whangchai

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of feeding rates on growth performance and accumulation of off-flavor substances in Mekong giant catfish and red tilapia. This study was divided into 2 experiments. The first experiment was to determine the effects of feeding rates on growth performance and accumulation of off-flavor substances in Mekong giant catfish, using 3 treatments; T1 (0 % of satiation feeding or non-feeding), T2 (50 % of satiation feeding) and T3 (100 % of satiation feeding), and was conducted in earthen ponds for 150 days. Results showed that Mekong giant catfish fed T3 showed highest in growth rate (SGR= 2.13 % /day, $p<0.05$). 2-Methylisoborneol (MIB) in fish meat in T1, T2 and T3 were 551.65 ± 55.45, 600.4 ± 39.63 and 450.69 ±19.8 µg/kg, ($p\leq0.05$), respectively, while geosmin levels in fish meat were 369.82 ± 57.26, 128.36 ± 39.83 and 67.91 ± 21.28 µg/kg, ($p\leq 0.05$), respectively. In addition, Mekong giant catfish fed T3 showed the least amount of both MIB and geosmin ($p\leq0.05$). In the second experiment, effects of feeding on the reduction of off-flavor substances (geosmin and MIB) in red tilapia (*Oreochromis* sp.) were studied, using 4 treatments: T1 (feeding plus non-fertilization), T2 (non-feeding plus fertilization), T3 (feeding plus fertilization) and T4 (feeding 30 days before catch plus fertilization), and was conducted in earthen ponds for 240 days. Results showed that red tilapia in T1 and T3 showed the highest growth rate ($p\leq0.05$), while those in T3 had the least MIB and geosmin levels ($p\leq0.05$), with fish in T4 having reduced MIB and geosmin levels (22.5 and 67.42 %) after feeding. In conclusion, a higher feeding rate could enhance growth and decrease off-flavor substances in Mekong giant catfish and red tilapia.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการดำเนินงานทดลอง ตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองสำเร็จ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน อาจารย์ ดร.จงกล พรมยะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวดี ชมเดช ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อีกทั้งยังสละเวลาอันมีค่าในการตรวจแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนงบวิจัย ในปี 2551 คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และบุคลากรทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านสถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกทั้งยังคอยให้คำชี้แนะเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทองสุน และคุณแม่หนูพิน ทับทิมหิน ผู้ที่ให้กำเนิดและสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนตลอด อีกทั้งยังคอยเป็นกำลังใจในยามทุกข์สุขและยังให้ข้อคิด คำแนะนำตลอดมา

สุพรรษา ทับทิมหิน
กันยายน 2552

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญเรื่อง	(6)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญตารางผนวก	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน	3
การเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์	3
การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์	5
การเกิดกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ	6
แพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีสที่สร้างกลิ่นโคลน	9
แนวทางการจัดการและควบคุมกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ	13
การจัดการด้านอาหาร	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	15
การทดลองที่1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว	15
การทดลองที่ 2 : ผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว	22

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 27

การทดลองที่1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว 27

อัตราการเจริญเติบโต,อัตราการรอด และ FCR ของปลาบึก 27

ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก 27

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 28

อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 29

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 30

อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 31

คุณภาพน้ำของบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 32

ความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 33

ปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 34

ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม) 34

ปริมาณสารประกอบจีออสมินเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม) 36

ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 37

การทดลองที่ 2 : ผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว 38

อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการรอด และ FCR ของปลานิลแดง 38

ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง 38

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลที่ให้อาหารต่างกัน 40

อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 41

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 43

อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 44

หน้า

คุณภาพน้ำในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวที่ให้อาหารต่างกัน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) 45
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 46
ปริมาณคลอโรฟิลล์ - เอ (ไมโครกรัม/ลิตร) 47
ปริมาณปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) 48
ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) 49
ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) 50
ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) 51
ปริมาณและชนิดแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวที่ให้อาหารต่างกัน 52
ดิวิชัน Chlorophyta 52
ดิวิชัน Cyanophyta 53
ดิวิชัน Bacillariophyta 54
ดิวิชัน Euglenophyta 55
ดิวิชัน Pyrrhophyta 56
ดิวิชัน Cryptophyta 57
ปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในบ่อปลานิลแดง 58
ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในในบ่อปลานิลแดง(ไมโครกรัม/กิโลกรัม) 58
ปริมาณสารประกอบจีออสมินในในบ่อปลานิลแดง(ไมโครกรัม/กิโลกรัม) 60
ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลานิลที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว 62
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย 63
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 67
บรรณานุกรม 68
ภาคผนวก 74

		หน้า
ภาคผนวก ก	ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช	75
ภาคผนวก ข	เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง และการเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอน	85
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-nitrogen)	90
ภาคผนวก ง	การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite -nitrogen)	93
ภาคผนวก จ	การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen)	96
ภาคผนวก ฉ	การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a)	100
ภาคผนวก ช	การแยกเชื้อแอกติโนมัยซีส (Actinomycetes) ในดิน	103
ภาคผนวก ซ	การวิเคราะห์ความเข้มข้นของจีออสมินและเอ็มไอบี	107
ภาคผนวก ฌ	ประวัติผู้วิจัย	110

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 ส่วนประกอบสารอาหารหลักและความชื้นในมูลสัตว์สดต่างๆ 6

2 ลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของจีออสมินและเอ็มไอบี 8

3 ชนิด Actinomycetes และ non-cyanobacterial ที่ผลิต geosmin (GE) และ 2 – MIB 12

4 อัตราการใส่ปุ๋ย อัตราการปล่อย และหน่วยการทดลอง 15

5 อัตราการใส่ปุ๋ย อัตราการปล่อย และหน่วยการทดลอง 23

6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และ อัตราการรอด (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน) 27

7 คุณภาพน้ำของบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน 32

8 ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีและจีออสมิน 34

9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน) 38

10 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และ อัตราการรอด (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน) 41

11 ปริมาณ Cyanophyta แอตติโนมัยซีส และปริมาณเอ็มไอบีในน้ำ ดินและเนื้อปลานิลแดง 58

12 ปริมาณ Cyanophyta แอตติโนมัยซีส และปริมาณจีออสมินในน้ำ ดินและเนื้อปลานิลแดง 60

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การสังเคราะห์สารให้กลิ่นโคลน (จีออสมิน และเอ็มไอบี) ในวิถีเทอร์ปีน	7
2	โครงสร้างของเซลล์และผนังเซลล์ *Microcystis aeruginosa*	11
3	ลักษณะโครงสร้างเซลล์แบคทีเรีย	12
4	ลำดับการทำงานของระบบไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส	14
5	ลูกปลาบึกที่ปล่อยและบ่อทดลองที่มีการเลี้ยงปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว	16
6	ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาตัวอย่างทุก 30 วัน	17
7	เก็บตัวอย่างน้ำทั้งกายภาพและทางเคมี	18
8	การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและตรวจวินิจฉัยชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์	19
9	ศึกษาปริมาณแอตติโนมัยซีส	20
10	การเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์กลิ่นโคลนโดยใช้ GC/MS	21
11	บ่อทดลองและปล่อยลูกปลาทดลอง	24
12	เก็บตัวอย่าง ชั่ง-วัดปลานิลแดงในบ่อทดลอง	25
13	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ 100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	28
14	อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ 100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	29
15	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ 100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	30
16	อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ 100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	31
17	ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน(ไมโครกรัม/กิโลกรัม)	35
18	ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน(ไมโครกรัม/กิโลกรัม)	36
19	แอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวที่ให้อาหารต่างกัน	37

ภาพ หน้า

20 การเจริญเติบโตของปลานิลแดงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 39

21 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 40

22 อัตราการแลกเนื้อของปลานิลแดงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 42

23 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแดงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 43

24 อัตราการรอดของปลานิลแดงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 44

25 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 45

26 ค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 46

ภาพ หน้า

27 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ(ไมโครกรัม/ลิตร) ในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 47

28 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 48

29 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโนเมีย ไนโตรเจนในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 49

30 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรทในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 50

31 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 51

32 ปริมาณเอ็มไอบีในเดือนที่7 และ8 ของหน่วยการทดลองที่ 4 (T4) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน 59

33 ปริมาณจีออสมินในเดือนที่7 และ8 ของหน่วยการทดลองที่ 4 (T4) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน 61

34 แอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T1) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T2) ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน (T4) 62

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	แพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละเดือนในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน	77
2	จำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง,ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง, ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	81
3	ระดับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ - ไนโตรเจน	95

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน	76
2	ตัวอย่างของแพลงก์ตอนพืชที่พบภายในบ่อทดลอง	78
3	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta ในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง, treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง, treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	79
4	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta ในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง, treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง, treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	80
5	ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่พบภายในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง, ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง,ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	83

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องอาหารปลอดภัย (Food safety) อย่างแพร่หลาย ทำให้อุตสาหกรรมเกี่ยวกับอาหารประเภทสัตว์น้ำมีการขยายตัวมากขึ้น ความต้องการบริโภคปลาน้ำจืดทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออกเพิ่มขึ้นมากด้วย ปลาที่นิยมบริโภคภายในประเทศ ได้แก่ ปลานิล ปลาดุก เป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามปลาบึกยังได้รับนิยมในบริโภคเช่นกัน เพราะปลาบึกเป็นสัตว์น้ำ ที่มีรสชาติดี และมีแนวโน้มที่เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจใหม่ที่ตลาดมีความต้องการ แต่อย่างไรก็ตามในการเพาะเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์ ต้องให้ความสำคัญในด้านคุณภาพ เช่นปริมาณไขมันน้อยและไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ในปัจจุบันปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง คือ ปลานิล เนื่องจากปลานิล เป็นปลาที่เพาะขยายพันธุ์ได้ง่าย เจริญเติบโตเร็ว ปรับตัวกับสภาพแวดล้อม และตอบสนองต่ออาหารสำเร็จรูปได้ดี จึงมีผู้นิยมเพาะเลี้ยงมาก จากสถิติการส่งออกพบว่า ในปี 2549 ประเทศไทย มีผลผลิตปลานิลรวมทั้งหมด 205,326 ตัน ในปี 2551 มีปริมาณการส่งออกปลานิลถึง 16,733 ตัน ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,014.6 ล้านบาท และคาดว่าในปี 2553 จะเพิ่มปริมาณการส่งออกให้ได้ถึง 50,000 ตันโดยตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์ปลานิลจากไทย ทั้งแบบที่ยังมีชีวิต ปลานิลสด ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง และปลานิลแล่ เนื้อแช่แข็งที่สำคัญเช่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ตะวันออกกลาง ออสเตรเลีย และในภูมิภาคเอเชีย การส่งออกปลานิลมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ผลผลิตปลาที่เข้าสู่ตลาดมีทั้งการเลี้ยงที่ใช้อาหารเม็ดอย่างเดียวและจากการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน (Integrated culture system) ซึ่งเป็นการเลี้ยงปลาร่วมกับสัตว์บก โดยการเลี้ยงแบบนี้สามารถลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากสิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลี้ยงเหล่านี้ก่อให้เกิดอาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงและเป็นวิธีที่เกษตรกรสามารถทำได้ แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการส่งเสริมความนิยมในการบริโภคและการแปรรูปในอุตสาหกรรม คือ กลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลา ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากการบริหารจัดการบ่อเลี้ยงไม่ดี ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างสารประกอบที่ให้กลิ่นไม่พึงประสงค์ (จีออสมินและเอ็มไอบี) เมื่อปลากินอาหารหรือพัดน้ำผ่านเข้าไปในเหงือกและเข้าสู่ตัวปลา ทำให้มีการดูดซึมสารให้กลิ่นในเหงือก อวัยวะภายใน และเนื้อ ซึ่งสารประกอบกลุ่มนี้ไม่สามารถกำจัดออกโดยวิธีการล้างธรรมดาหรือล้างด้วยน้ำคลอรีน หรือการให้ความร้อนระหว่างการแปรรูป ในการควบคุมคุณภาพของสัตว์น้ำก่อนการจับขายเป็นเรื่องที่สำคัญ การใช้สารเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลา แต่อย่างไรก็ตามสารเคมีมีผลต่อคุณภาพน้ำและส่งผลต่อสัตว์

น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำจะเกิดความเครียด นอกจากนี้มีการพักปลาในน้ำสะอาดก่อนส่งจำหน่าย แต่อย่างไรก็ตาม การพักปลา ทำให้ปลาน้ำหนักลดลงในขณะพัก

ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการลดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึ่งประสงค์ (จีออสมินและเอ็มไอบี)โดยวิธีการจัดการด้านอาหาร เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการคุณภาพสัตว์น้ำก่อนจำหน่ายและสามารถแข่งขันในตลาดต่างประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของอัตราการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลาบึก
2. ศึกษาผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโต และการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลานิลแดง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลของการจัดการด้านอัตราการให้อาหารต่อกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลาบึกและปลานิลแดง โดยสามารถแนะนำให้เกษตรกรประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงของเกษตรกรเพื่อให้ได้ปลาบึกและปลานิลแดงที่มีคุณภาพและปลอดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เป็นที่ยอมรับและช่วยเพิ่มมูลค่า เพื่อการแข่งขันและส่งออกต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาผลของการให้อาหารในอัตราที่แตกต่างกัน เพื่อติดตามปริมาณกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว และได้ทำการศึกษาการจัดการด้านอาหารต่อการลดการสะสมของกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียวร่วมกับหารให้อาหาร

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน

การเลี้ยงแบบผสมผสาน เป็นวิธีการเลี้ยงสัตว์น้ำวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การเลี้ยงปลาแบบผสมผสานที่มีการเลี้ยงร่วมกับสัตว์บกต่างๆ เช่น การเลี้ยงปลาร่วมกับเป็ด ไก่และหมู ข้อดีของการเลี้ยงแบบผสมผสาน คือ มีการสร้างอาหารธรรมชาติให้กับปลา ปลาที่นิยมเลี้ยงส่วนใหญ่ ได้แก่ ปลานิล ปลาตะเพียน ปลาสวาย และปลาบึก ข้อจำกัดในการเลี้ยงแบบผสมผสาน คือ ต้องจัดการให้จำนวนสัตว์เลี้ยง มีอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อขนาดบ่อและจำนวนปลาที่ปล่อย สิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลี้ยงสามารถสร้างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติที่เหมาะสมของปลา ในปัจจุบันได้มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับการสร้างน้ำเขียว ทั้งนี้ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลง

ดังนั้น การจัดการบ่อเลี้ยงร่วมทั้งการควบคุมแพลงก์ตอนพืช จึงมีความสำคัญ เพราะแพลงก์ตอนพืชที่เจริญเติบโตจำนวนมาก จะดึงเอาออกซิเจนจากน้ำไปใช้ ทำให้ปลาขาดออกซิเจนในตอนกลางคืน ซึ่งทำให้ปลามีการเจริญเติบโตช้าลง และอาจตายได้ นอกจากนี้ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดทำให้ปลามีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ส่งผลให้ผู้บริโภคสัตว์น้ำไม่ยอมรับและราคาผลผลิตสัตว์น้ำลดต่ำลง (Persson, 1982)

การเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์

การเลี้ยงปลาบึกสามารถเลี้ยงได้หลายลักษณะโดยเลี้ยงแบบเดี่ยว (Monoculture) หรือเลี้ยงแบบผสมผสาน (Integrated Aquaculture) โดยนิยมเลี้ยงปลาบึกในบ่อดิน ในคอก และ ในกระชัง ในธรรมชาติลูกปลาบึกขนาดเล็กจะกินอาหารธรรมชาติได้แก่ สาหร่ายตะไคร่น้ำ แพลงก์ตอนพืช หรือพวกตัวอ่อนของแมลง (เกรียงศักดิ์, 2539. เสน่ห์ และ ภาณุ, 2540) ในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์สามารถให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต อาหารเม็ดที่ใช้ได้ทั้งอาหารปลากินพืชและปลากินเนื้อในการเลี้ยงปลาบึกสามารถจำแนกได้หลายแบบ ดังนี้

1. การเลี้ยงในบ่อดิน

ในการเลี้ยงปลาบึกในบ่อดิน บ่อที่มีขนาด 4-20 ไร่ ความลึกประมาณ 2-4 เมตร จากรายงานของนิวุฒิ (2550) พบว่า ปลาบึกที่เลี้ยงของฟาร์ม เอ็น เอส เนเจอร์รัล ฟาร์มมิ่ง จำกัด มีอัตรา

การปล่อยอยู่ในช่วง 460-797 ตัวต่อไร่ และพบว่าคุณภาพน้ำในบ่อได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 0.00- 14.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.61-7.80 อุณหภูมิที่ผิวน้ำอยู่ในช่วง21.8-34.4 องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.00-6.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง 28.0-91.0 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ และปริมาณคลอโรฟิลล์- เออยู่ในช่วง 45.8-604.0 ไมโครกรัมต่อลิตร

อาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปหรือผสมอาหารใช้เองตามความต้องการและอายุของปลา เพื่อลดต้นทุนการผลิต การเลี้ยงปลาบึกในฟาร์มนาน 1.5 – 2 ปี จะได้ปลาบึกหนักขนาดประมาณ 30 กิโลกรัม (เกรียงศักดิ์, 2547)

2 .การเลี้ยงปลาบึกในคอก

ประเทศไทยมีแหล่งน้ำที่มีศักยภาพสูงและเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาในคอก การเลี้ยงปลาบึกในคอกเป็นการเลี้ยงที่ช่วยเพิ่มผลผลิตในแหล่งน้ำได้ดี สามารถทำได้บริเวณอ่างเก็บน้ำที่ตื้นชายฝั่ง ซึ่งมีระดับน้ำลึกประมาณ 1-3 เมตร ซึ่งอาจจะใช้เชือก ลวด ตาข่าย เนื้ออวนไนลอนหรือพลาสติก กั้นเป็นคอกสำหรับเลี้ยงปลา คอกเลี้ยงปลาอาจจะมีขนาดตั้งแต่ 1-10 ไร่ ตามพื้นคอกเป็นที่เกิดของสัตว์น้ำหน้าดินชนิดต่าง ๆ การถ่ายเทน้ำได้สะดวกทำให้สามารถปล่อยปลาได้จำนวนมาก ผลผลิตของปลาในคอกจะสูง (เกรียงศักดิ์, 2548) การเลี้ยงปลาบึกในคอกสามารถพัฒนาเป็นการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ได้ (ธีรพัฒน์, 2530; เสน่ห์ และคณะ, 2535)

3 .การเลี้ยงปลาบึกในกระชัง

ในประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาในกระชังมานานแล้ว โดยปลาที่นิยมเลี้ยงส่วนใหญ่เป็นปลากินเนื้อที่ต้องการออกซิเจนต่ำ การเลี้ยงปลาในกระชังที่วางตรึงในแม่น้ำ กระชังที่ใช้เลี้ยงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเป็นกระชังอวน เพื่อให้คงทนและเหมาะสมกับชนิดปลาที่เลี้ยง การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นการเลี้ยงปลาที่ให้ผลผลิตสูง ลดต้นทุนในการผลิต ง่ายต่อการดูแลรักษา จับจำหน่าย และไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา การเลี้ยงปลาบึกในกระชังเป็นการเลี้ยงที่จะช่วยเพิ่มกำลังผลิตของแหล่งน้ำธรรมชาติ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการเลี้ยงปลาบึกในกระชังคือ ต้องทำความสะอาดกระชังอยู่เสมอเพื่อให้น้ำมีการถ่ายเทได้สะดวก ปลาบึกจะได้รับอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ เป็นการลดต้นทุนเรื่องอาหารและปัญหาในการเกิดโรค (อนันต์ และชัยศิริ, 2528; เข็มชาติ และคณะ, 2530; ธีรพัฒน์, 2530.)

4.การเลี้ยงปลาบึกแบบผสมผสาน

การเลี้ยงปลาบึกสามารถเลี้ยงร่วมกับไก่ หรือหมู โดยเน้นการสร้าง อาหารธรรมชาติจากแพลงก์ตอนพืช (น้ำเขียว) อาจมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริม โดยเฉพาะก่อนจับจำหน่ายเป็นเวลา 2 เดือน (เกรียงศักดิ์, 2548)

การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์

1. การเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน

การเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน มีวิธีการดำเนินการหลายรูปแบบ คือ 1.) การเลี้ยงแบบเดี่ยว (Monoculture) เป็นการเลี้ยงชนิดเดียวให้ผลผลิตต่อหน่วยสูง 2.) การเลี้ยงปลาแบบหลายชนิดหรือแบบรวม (Polyculture) คือ การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมในบ่อเดียวหรือชนิดเดียวแต่มีขนาดแตกต่างกัน 3.) การเลี้ยงปลานิลแบบผสมผสาน เป็นการใช้ประโยชน์แบบผสมผสานระหว่างการเลี้ยงปลากับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น นิยมสร้างโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ไว้เหนือบ่อปลา

โดยปกติจะปล่อยปลาขนาด 1-3 นิ้ว ในอัตรา 3-5 ตัวต่อตารางเมตร โดยการเลี้ยงในระบบน้ำเขียวร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป จะใช้ระยะเวลาเลี้ยง 7-8 เดือน ปลาที่ได้มีน้ำหนัก 700-800 กรัม

2. การเลี้ยงปลานิลในกระชัง

การเลี้ยงปลาในกระชัง เป็นวิธีการเลี้ยงปลาที่มีมานานแล้วโดยกระชังที่ใช้เลี้ยงปลานิลมีรูปทรงต่าง เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปกลม เป็นต้น รูปร่างต่างๆจะมีผลต่อการไหลผ่านของกระแสน้ำที่ถ่ายเทเข้าไปในกระชังเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเท่า ๆ กันกระชังรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีพื้นที่ผิวที่ให้กระแสน้ำไหลผ่านได้มากกว่ากระชังรูปแบบอื่น ๆ ขนาดกระชังที่เลี้ยงปลานิลจะแตกต่างกันหลายขนาด เช่น 3x3x1.5, 3x3x2.5 และ 4x4x2.5 เป็นต้นระยะเวลาเลี้ยงสั้น อัตราการปล่อยอยู่ที่ 30-40 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน (กรมประมง, 2548)

3. การเลี้ยงแบบผสมผสาน

การเลี้ยงปลานิลแบบผสมสานอาศัยหลักการใช้ทรัพยากรที่สัมพันธ์กันให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลผลิต เช่นเศษเหลือของพืชผักที่ปลูกบนคันบ่อปลา การใช้มูลของสัตว์เลี้ยงเป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติในบ่อปลา และยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิต ส่วนการเลือกสัตว์ที่จะ

นำมาเลี้ยงในระบบการผสมผสานร่วมกับปลานั้นจำเป็นต้องมีคอกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์และคอกสัตว์ต้องมีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงปลานิลด้วย ตัวอย่างเช่น การเลี้ยงปลานิลร่วมกับไก่ การเลี้ยงปลานิลร่วมกับสุกร การเลี้ยงปลาร่วมกับเป็ด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในบ่อปลา เป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งมูลสัตว์แต่ละชนิดก็มีส่วนประกอบของธาตุอาหารที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 1) มูลสัตว์นอกจากจะเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารต่าง ๆ แล้วปลายังสามารถกินมูลสัตว์เป็นอาหารได้โดยตรง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบสารอาหารหลักและความชื้นในมูลสัตว์สดต่างๆ

มูลสัตว์	ส่วนประกอบเฉลี่ย (%)			
	ความชื้น	N	P_2O_5	K_2O
โคนม	85	0.5	0.2	0.5
โคเนื้อ	85	0.7	0.5	0.5
ไก่	72	1.2	1.3	0.6
เป็ด	82	0.5	0.3	0.4
แกะ	77	1.4	0.5	1.2

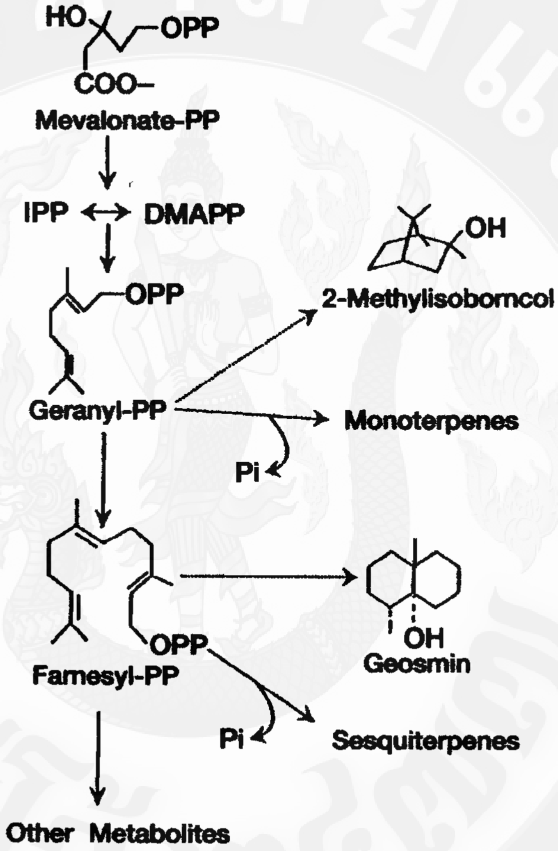
ที่มา: มั่นสินและไพพรรณ, 2539

การเกิดกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ

กลิ่นโคลน (off-flavor) ส่งผลกระทบต่อการส่งออกสัตว์น้ำและอุตสาหกรรมทางด้านประมงอย่างมาก เนื่องจากกลิ่นโคลนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคสัตว์น้ำไม่ยอมรับ สาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลน เกิดจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกับแพลงก์ตอนพืชบางชนิดและ แบคทีเรียแอคติโนมัยซีส

กลิ่นโคลนเกิดจากสารที่จำเพาะเจาะจงหลายอย่าง ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ในสัตว์น้ำ สารประกอบจีออสมิน (1α, 10-dimethyl-9 α-decalol : geosmin) และเอ็มไอบี (2-methylisoborneol : MIB) เป็นตัวหลักที่ก่อให้เกิดกลิ่นและเกิดจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและ actinomycetes (Burlingame *et al.*, 1986; Lalezary *et al.*, 1986; Wnorowski, 1992) โดยเป็นสารประกอบแอลกอฮอล์อิ่มตัว (Saturated cyclic tertiary alcohol) ที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแบคทีเรียบางชนิดสังเคราะห์ขึ้นในวิถีเทอร์ปีน (terpene pathway) โดยสารประกอบจีออสมินสร้างขึ้นจากสารประกอบฟานิซิล-ไพโรฟอสเฟต (Farnesyl-PP) และสารประกอบเอ็มไอบีสร้างขึ้นจากสารประกอบเจอรานิล-ไพโร ฟอสเฟต (Geranyl-PP) (Van Der

Ploeg, 1991) (ภาพที่ 1,ตารางที่ 2) ความเข้มข้นของค่า threshold ที่สามารถตรวจสอบได้จะขึ้นอยู่กับการรับรสและกลิ่นในการแบ่งแยกและ ความผันแปรจากความเข้มข้นของเอ็มไอบีและจีออสมินประมาณ 4-10 ng/l (Suffet, 1996; Rashash *et al.*, 1997; Elhadi *et al.*, 2003) ซึ่งจีออสมินจะเป็นตัวที่ก่อให้เกิดกลิ่นดิน (earthy) หรือรสชาดพื้นก้นบ่อ ในขณะที่เอ็มไอบีจะผลิตรสชาติเหม็นอับ (musty) (Conte *et al.*, 1996; Schlenk, 1994)


HO
OPP
COO–
Mevalonate-PP
IPP
DMAPP
OPP
OH
2-Methylisoborncol
Geranyl-PP
Monoterpenes
Pi
OPP
OH
Geosmin
Farnesyl-PP
Pi
Sesquiterpenes
Other Metabolites

ภาพที่ 1 การสังเคราะห์สารให้กลิ่นโคลน (จีออสมิน และเอ็มไอบี) ในวิถีเทอร์ปีน

IPP = isopentenyl pyrophosphate

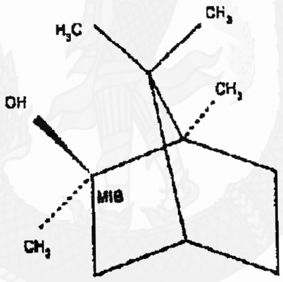
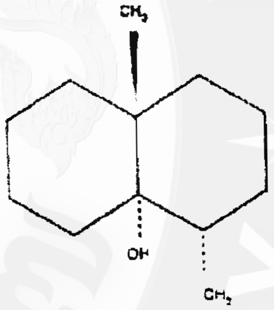
DMAPP = dimethylallyl pyrophosphate

Pi = inorganic phosphate

ที่มา : Johnsen and Dionigi (1994)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

ตารางที่ 2 ลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของจีออสมินและเอ็มไอบี

Parameter	MIB (2-methylisoborneol)	Geosmin
Full Name	(1-R-exo)-1,2,7,7-tetramethyl bucyclo-[2,2,1]-heptan-2-1	Tran-1, 10-dimethyl-trans-9-decalol
Molecular Fomula	$C_{11}H_{20}O$	$C_{12}H_{22}O$
Molecular Weight (g/mole)	168	182
Boiling Point ($^{\circ}$C)	196.7	165.1
Aqueous Solubility (mg/L)	194.5	150.2
K_{OW}	3.13	3.7
Henry's Law Constant (atm m^3/mole)	$5.76x10^{-5}$	$6.66x10^{-5}$
Structure		

ที่มา : Pirbazari *et al*, 1992 อ้างตาม Pei (2003)

สัตว์น้ำที่พบปัญหาการสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้แก่ ปลากดอเมริกัน (Martin *et al*., 1990) ปลาเรนโบว์เทราท์ (Yurkowski and Tabachek, 1974; Form and Horlyck, 1984) กุ้ง (Lovell and Broce, 1985) โดยปัญหากลิ่นโคลนอาจเกิดขึ้นเนื่องจากปลากินสารประกอบกลิ่นโคลนเข้าไปโดยตรง หรือมีการปนเปื้อนกับสิ่งที่ปลากิน หรือผ่านเข้าสู่ตัวปลาโดยการดูดซึมในส่วนของอวัยวะต่างๆ (Tanchotikul, 1990) การสะสมของสารจีออสมินและเอ็มไอบี สัตว์น้ำสามารถสะสมจากดูดซึมของเหงือก อวัยวะทางเดินอาหาร และผิวหนัง (Clark *et al*., 1990) ในลำไส้มีการดูดซึมจีออสมินได้มากที่สุด รองลงมาคือ ผิวและเนื้อ (Yamprayoon and Noomhorm, 2000)โดยเทอร์ปีนอยด์ที่ถูกผลิตจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นโคลนและถูกปล่อยไปสามารถดูดซึมเข้าไปในตัวปลาได้โดยการกินอาหาร หรือพัดผ่านเข้าไปในเหงือก ก็จะทำให้

สารประกอบเหล่านี้ซึมให้กลิ่นในเหงือก ในอวัยวะภายใน และในเนื้อ ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำโดยอุณหภูมิน้ำที่สูงจะมีการดูดซึมได้ดีกว่าอุณหภูมิน้ำที่ต่ำและปริมาณไขมันที่มีอยู่ในตัวปลา (วรพงษ์ และคณะ, 2545) มีรายงานของ Johnsen and Lloyd (1992) พบว่าหลังจากการแช่ปลากดอเมริกันในสารละลายเอ็มไอบี 24 ชั่วโมง สามารถตรวจพบสารเอ็มไอบีในเนื้อปลาที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 2.5, 4.0 และ 6.0 เท่ากับ 20.1, 24.3 และ 20.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับปลาที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.5,1.0 และ 1.5 พบว่ามีความเข้มข้นของสารเอ็มไอบี เท่ากับ 7.4, 8.0 และ 8.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้นสารเอ็มไอบีจะสะสมในปลาที่มีไขมันมากกว่าร้อยละ 2.5 ได้ดีกว่าที่มีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 2.5 นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบโดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปลากดอเมริกัน มีสารประกอบเอ็มไอบีมีค่าอยู่ที่ 0.1 และ 0.2 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ส่วนสารประกอบจีออสมินมีค่าอยู่ที่ 0.25 และ 0.5 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ซึ่งพบว่าปริมาณสารประกอบจีออสมินมีประมาณมากกว่าสารประกอบเอ็มไอบี (Casey *et al.*, 2004) ซึ่งระดับที่จมูกมนุษย์สามารถรับกลิ่นของสารประกอบทั้ง 2 ตัวนี้ได้ จะมีค่าต่ำกว่า 1 ไมโครกรัม/กิโลกรัม (Grimm *et al.*, 2004) โดยมีค่า threshold ของ ปริมาณสารประกอบจีออสมินมีค่า 10 นาโนกรัม/กิโลกรัมและเอ็มไอบี 29 นาโนกรัม/กิโลกรัม (Cees *et* al., 1974; Persson, 1980)

แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีสที่สร้างกลิ่นโคลน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae)

Division Cyanophyta มีชื่อสามัญคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือ Cyanobacteria ชื่อดิวิชันอีกชื่อหนึ่งคือ ดิวิชัน Cyanochlorota จัดเป็นพืชชั้นต่ำที่เรียกว่า prokaryotic cell สามารถสังเคราะห์แสง ให้ออกซิเจน เปลี่ยนสีของเซลล์ได้ และตรึงไนโตรเจนได้ สาหร่ายในกลุ่มนี้ไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พบได้ทั่วไปทุกแห่งในโลก ทั้งในน้ำจืด ทะเล น้ำพุร้อน และอาจอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นได้ทั้งพืชและสัตว์ (ลัดดา, 2542)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นโคลนประกอบด้วยสกุล *Anabena* sp., *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp., *Phormidium* sp. (Tabachek และ Yurkowski, 1976; Lovell และ Broce, 1985; ชลอ, 2536) ถ้าในบ่อเลี้ยงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวนมาก ก็จะพบว่าความเข้มข้นของจีออสมินหรือเอ็มไอบีในน้ำก็จะมีความเข้มข้นที่สูงเช่นกัน (Van Der Ploeg and Boyd, 1991) โดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงช่วง 25–35 °C โดย Martin *et al.* (1987) พบว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 °C จะทำให้ปลามีกลิ่นโคลนเกิดขึ้นได้

ลักษณะสำคัญของดิวิชัน

สารสีสำหรับการสังเคราะห์แสง (photosynthetic pigments) ประกอบด้วย chlorophyll a ส่วน carotenoids ประกอบด้วย carotene และ แซนโธฟิลล์ ได้แก่ myxoxanthin, myxoxantophyll, phycobiloproteins ประกอบด้วย c-phycocyanin, c-allophycocyanin และ c-phycoerythrin ผนังเซลล์ (cell wall) มี 2 ชั้น องค์ประกอบคล้าย bacteria gram negative รอบนอก เซลล์มีเมือกใสๆ หุ้มโดยรอบเรียกว่า sheath อาจมีหรือไม่มีสี และอาจ แบ่งเป็นชั้นๆ หนวด (flagella) ไม่มีหนวดทั้งเซลล์ปกติและเซลล์สืบพันธุ์ เคลื่อนที่แบบเลื่อนไหล (gliding movement) ผลผลิตจากการสังเคราะห์แสง (photosynthetic product) ได้แก่แป้ง cayanophycean starch เป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่ เรียกว่า cyanophycin granule ลักษณะพิเศษประจำดิวิชันคือ เป็นพืชชั้นต่ำ procaryote สารสีไม่อยู่ในพลาสติด กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม ไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงและสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ลัดดา, 2542)

โครงสร้างของเซลล์

เซลล์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีรูปร่างลักษณะ 2 แบบ (ลัดดา, 2542) ได้แก่

1. แบบไม่มีหนวด เรียกว่า coccoid form พบทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยว โคโลนี และเป็นแบบ พาเมลลา พวกที่เป็น coccoid มีรูปร่างหลายแบบเช่น กลม ทรงกระบอก กระสวย ฯลฯ เซลล์หุ้มด้วย sheath เช่น *Lyngbya* sp.

2. แบบเส้นสาย เรียกว่า filamentous form (filament คือ trichome+sheath) เช่น Spirulina และ Oscillatoria เซลล์เรียงกันเป็นแถว เรียกว่า trichome และเซลล์เรียงตัวกันตลอดเป็นแบบปกติ (vegetative cell) บางสกุลมีเซลล์พิเศษ เรียกว่า heterocyst ซึ่งมีผนังหนาและมีสีเหลืองจางๆ ภายในเซลล์ เช่น *Anabaena* sp.

ส่วนประกอบของเซลล์

ประกอบด้วย ผนังเซลล์ (Cell wall) ซึ่งมี 2 ชั้นได้แก่ผนังเซลล์ชั้นนอกและผนังเซลล์ชั้นใน ด้านนอกมีชีท มีสารเมือกหุ้มอยู่ plasma membrane เยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม อาจมีสารสีกระจายอยู่เรียกว่า chromoplasm, gas vacuole (ภาพที่ 2) มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็กกระจายอยู่ในโครโมพลาสซึม heterocyst มักพบในสาหร่ายพวกเส้นสาย ถ้าขาดท่อนเราจะเรียกแต่ละท่อนของเซลล์ว่า homogone หรือ homogonia และ akinete หรือ gonidia เป็นเซลล์ที่สร้างสปอร์ อยู่ติดกับเฮเทอโรซิสต์

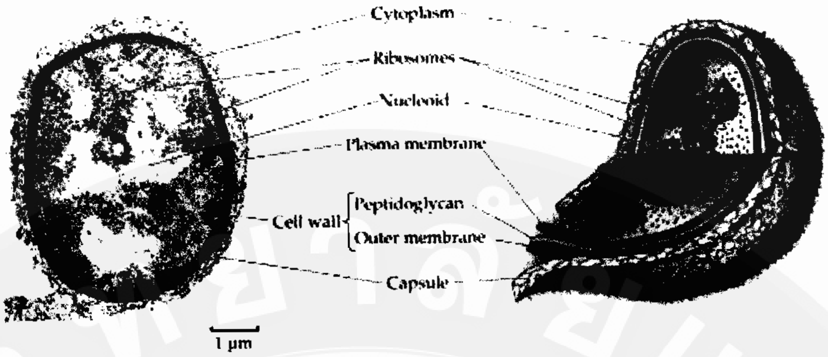
ภาพที่ 2 โครงสร้างของเซลล์และผนังเซลล์ *Microcystis aeruginosa* ; filamentous projections (a), multi-layers of cell wall (b), peptidoglycan layer (c)

ที่มา : Kim *et al.*, 1997

แบคทีเรียแอคติโนมัยซีส (Actinomycetes)

เป็นพวกที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Prokaryote) ผนังเซลล์ที่ประกอบด้วย peptidoglycan ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล 2 ชนิด คือ N-acetyl glucosamine และ N-acetyl muramic acid นอกจากนั้นยังมี amino acid หลายชนิด และสามารถพบ lipoprotein และ lipopolysaccharide เป็นองค์ประกอบที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียบางชนิด (ภาพที่ 3) (จินคาวรรณ, 2550)

เมื่อไม่นานมานี้ ได้มีการศึกษา actinomycete ว่ามีอิทธิพลอย่างมากต่อการเกิดกลิ่นโคลน เนื่องจากพบโครงสร้างทางเคมีและแหล่งทางชีววิทยาบางส่วนของจีออสมินและ 2-เอ็มไอบี ซึ่งกลุ่มของ cyanobacteria เป็นที่รู้ดีว่าเป็นตัวที่ผลิตจีออสมินและ 2-เอ็มไอบี จนกระทั่งได้มีการศึกษา Tabachek และ Yurkowski (1976) พบว่าแหล่งของจีออสมินและ 2-เอ็มไอบีในน้ำส่วนมากมาจาก actinomycete Klausen *et al.* (2004) ได้สรุปว่าพบ actinomycete ในระดับความเข้มข้นต่ำของจีออสมินและ 2-เอ็มไอบี ในแหล่งน้ำที่ไหลผ่านการเพาะเลี้ยงปลาเทราท์ เนื่องจากสามารถแยกสายพันธุ์ *Streptomyces* จากแหล่งน้ำนี้ซึ่งสามารถสังเคราะห์จีออสมินและ 2-เอ็มไอบีได้ ในขณะที่ไม่พบกลุ่มของ cyanobacteria


Cytoplasm
Ribosomes
Nucleoid
Plasma membrane
Cell wall
Peptidoglycan
Outer membrane
Capsule
1 µm

ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างเซลล์แบคทีเรีย

ที่มา : จินดาวรรณ (2550)

ตารางที่ 3 ชนิด Actinomycetes และ non-cyanobacterial ที่ผลิต geosmin (GE) และ 2-Methylisoborneol (MIB)

Volatile Organic Compounds	Taxa
MIB, GE	*Penicillium, Aspergillus* species
GE	*P. expansum*
GE	*Streptomyces albidoflavus*
GE	*S. avermitilis*
GE	*S. citreus*
GE	*S. griseu*
GE, MIB	*S. griseofuscus*
GE	*S. halstedii*
GE	*S. psammoticus*
GE	*S. psammoticus*
GE	*S. tendae*
GE, MIB	*Streptomyces spp.*
GE	*Symphyogyna brongniartii* (liverwort)
GE	*Vannella* sp. (heterotrophic amoeba)

ที่มา : Jüttner and Watson (2007)

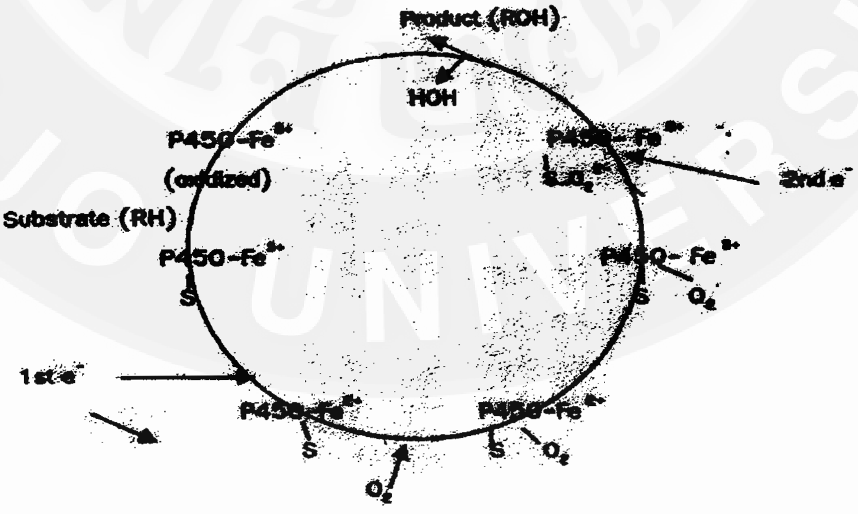
แนวทางการจัดการและควบคุมกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ

ปัจจุบันความปลอดภัยด้านอาหาร ได้มีการกล่าวถึงกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และได้ใช้เป็นข้อต่อรองทางการค้า เช่น คุณภาพผลผลิตภัณฑ์ที่ปลอดจากสารเคมีตกค้าง กระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การเลี้ยงที่ถูกสุขอนามัย กระบวนการดูแลรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์หรือกลิ่นโคลนในน้ำและดินในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่เกิดจากสารประกอบจีออสมิน (Geosmin) และ เอ็มไอบี (MIB: 2-methyl-iso-borneol) พบว่าเป็นปัญหามากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานร่วมกับสัตว์บก หรือแหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงเกินไป เมื่อสัตว์น้ำได้รับสารเกิดกลิ่นไม่พึ่งประสงค์เข้าไปโดยตรงจากการพัดผ่านของน้ำหรือมีการปนเปื้อนกับสิ่งที่กิน จะเกิดการสะสมในตัวสัตว์น้ำ (Tanchotikul, 1990) ทำให้มีผลกระทบต่อราคา คุณภาพ และอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ ดังนั้น จึงควรมีการจัดการและควบคุมการเกิดกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ

การจัดการด้านอาหาร

กลิ่นสาบหรือกลิ่นโคลนที่พบมากในการเลี้ยงบ่อดิน ซึ่งเป็นปัญหามากต่อการส่งออก โดยเกิดขึ้นเนื่องจากปลาดูดซับสารละลายชนิดหนึ่งในน้ำ เรียกว่า จีออสมิน (Geosmin) เข้าไปทางเหงือก หรือกินตัวการที่ผลิตสารนี้เข้าไปโดยตรงแล้วสะสมสารนี้ในเนื้อเยื่อที่สะสมไขมัน สันนิษฐานกันว่าตัวการที่ผลิตสารนี้ ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวบางชนิด เชื้อราและจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดการสะสมกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำ ได้แก่ ปริมาณสารอาหารในน้ำ โดย Sivonen (1982) รายงานว่าในสภาวะที่ธาตุอาหารในน้ำสูงมาก (eutrophic water condition) ซึ่งเป็นผลมาจากการให้อาหารสัตว์น้ำที่มากเกินไป ส่งผลทำให้มีอาหารตกค้างภายในบ่อ หรือเกิดจากการเลี้ยงปลาที่หนาแน่นเกินไป และระบบการจัดการในการเลี้ยงที่ไม่ดี ก็เป็นสาเหตุทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ก้นบ่อมาก การแก้ปัญหาการเกิดกลิ่นไม่พึ่งประสงค์ในสัตว์น้ำ ทวีทรัพย์ (2542) กล่าวว่า โดยปกติสัตว์สามารถกำจัดสารแปลกปลอมที่ละลายในไขมันที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายออกจากร่างกายได้ด้วยการทำงานของระบบไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส (Cytochrome P450 monooxygenase system) เนื่องจากโปรตีนไซโตโครม พี 450 นั้นรับออกซิเจนครั้งแรกในรูปของ O_2 ดังนั้นจึงต้องมีระบบการถ่ายอิเลคตรอน เพื่อแยกโมเลกุลของออกซิเจนออก แล้วเติมออกซิเจน 1 อะตอมให้กับสารแปลกปลอม

ระบบการถ่ายทอดอิเลคตรอนจะแตกต่างกันแล้วแต่ส่วนของเซลล์ แต่ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาที่ชัดเจน ทั้งหมดนี้จึงเรียกการทำงานดังกล่าวว่าระบบ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส (ภาพที่ 4) (Devlin,1992) และระบบไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนสยังสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบในกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ (terpenoid compound) เช่น การบูร ซึ่งมีโครงสร้างที่คล้ายกับสารประกอบเอ็มไอบีได้ สารดังกล่าวนี้เป็นสับสเตรทตัวหนึ่งของเอนไซม์ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส แสดงให้เห็นว่า ไซโตโครม พี 450 น่าจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารเอ็มไอบี การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ พี 450 โมโนออกซิจิเนสในตับและไตของปลากดอเมริกัน โดยฉีดสารละลายเอ็มไอบี 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เข้าไปในช่องท้องของตัวปลาแล้วตรวจกิจกรรมของไอโซฟอร์มรูปแบบต่างๆของไซโตโครม พี 450ในตับและไตปลา ซึ่งพบว่าสามารถตรวจวัดไอโซฟอร์ม CYP 1A ได้สูงกว่าในตับและไตของปลาชุดควบคุม ดังนั้น น่าจะเป็นไปได้ว่าสารเอ็มไอบีไปเหนี่ยวนำให้ปริมาณของเอนไซม์ CYP 1A มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Schlenk, 1994) โดยในธรรมชาติปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีการละลายเอ็มไอบี เมื่อดูดซึมเข้าสู่ร่างกายปลาสามารถกำจัดออกได้ด้วยการทำงานของเอนไซม์ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนสรูปแบบ CYP 1A ในเซลล์ตับ โดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารไม่มีขั้วให้อยู่ในรูปของสารมีขั้วและกำจัดออกจากร่างกาย (Schlenk *et* al., 1994) นอกจากนี้ควรมีวิธีการให้อาหารและควบคุมปริมาณอาหารให้เหมาะสมและให้อาหารที่ดีมีของเสียน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของสาหร่ายที่ทำให้เกิดกลิ่นหรือถ้าเป็นไปได้ควรทำการเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงเพื่อกำจัดเศษสารอาหารที่เหลือในบ่อ (Lovell, 1976)



ภาพที่ 4 ลำดับการทำงานของระบบไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส

ที่มา: Devlin (1992)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

การวางแผนการทดลอง

1.1 ปลาบึกที่ใช้ทดลอง ลูกปลาบึกทดลองขนาด 80-100 กรัม เลี้ยงในอัตราส่วน 1 ตัว/ตารางเมตร

1.2 บ่อทดลอง

โดยใช้บ่อดินขนาด 100 ตารางเมตร จำนวน 1บ่อ มีเติมปุ๋ยมูลไก่แห้ง 64 กิโลกรัม/ไร่/สัปดาห์ (ภาพที่ 5) ในทุกหน่วยการทดลอง และวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 treatments 5 replications ดังนี้คือ

ตารางที่ 4 อัตราการใส่ปุ๋ย อัตราการปล่อย และหน่วยการทดลอง

	Treatment		
	1	2	3
พื้นที่บ่อเลี้ยง (ตร.ม.)	5	5	5
การให้อาหาร	ไม่ให้อาหาร	ให้อาหาร 50%ของอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	ให้อาหาร100%ของอาหารที่ปลากินจนอิ่ม
อัตราการให้ปุ๋ยมูลไก่ (กก./ไร่/สัปดาห์)	64	64	64
อัตราการปล่อย (ตัว/ตร.ม.)	1	1	1
จำนวนปลา (ตัว)	5	5	5
น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม)	69.5± 0.70	70.5 ± 7.1	71.0 ± 1.50

สถานที่และเวลา

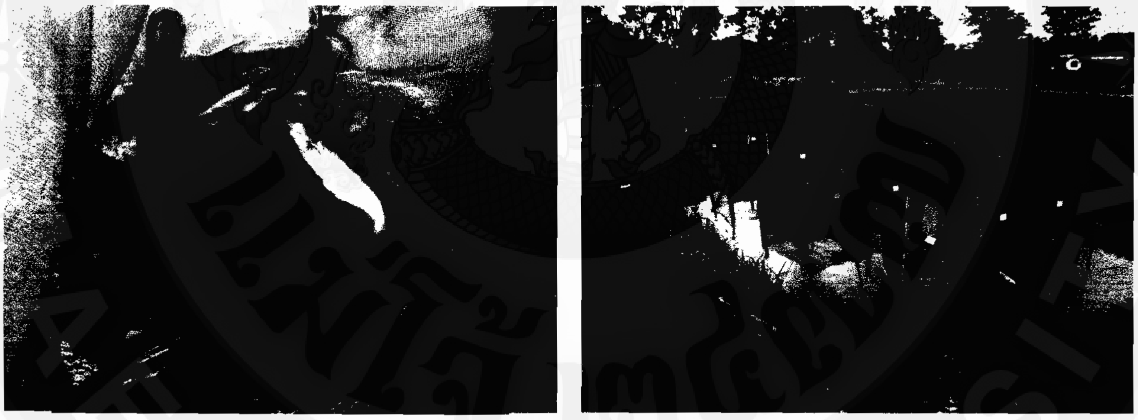
ระยะเวลา

ระยะเวลาในการทำวิจัย ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2550-ธันวาคม 2550

สถานที่

1. งานทดลองด้านผลผลิตปลาบึก: พื้นที่บริเวณฟาร์มทดลอง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2. งานทดลองด้านการตรวจสอบกลิ่นไม่พึงประสงค์:ห้องวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS) ณ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพละสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่



(ก) (ข)

ภาพที่ 5 ลูกปลาบึกที่ปล่อย (ก) และบ่อทดลองที่มีการเลี้ยงปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว (ข)

1.2 การศึกษาการอัตราเจริญเติบโต

วัดความยาวและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละคอก ทุก 1 เดือน (ภาพที่ 6) ตลอดการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

= (น้ำหนักปลาทั้งหมด/จำนวนปลาทั้งหมด)

ข. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (%/วัน)

= 100 x (ln น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ln น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) / จำนวนวันที่ทดลอง

ค. อัตรารอด (Survival rate) %

= (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) x 100

ง. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

= น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (กรัม) / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

จ. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase)

= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)

(ก) (ข)

ภาพที่ 6 ชั่งน้ำหนัก (ก) และวัดความยาวของปลาตัวอย่าง (ข)

1.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่าง (ภาพที่7) และวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อทดลอง ทุก 30วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง

ได้แก่

- อุณหภูมิน้ำ โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ค่าความเป็นกรด – ด่างโดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride Method
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยวิธี Phenate Method
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Cadmium Reduction Method
- ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ โดยวิธี APHA 1989

ภาพที่ 7 เก็บตัวอย่างน้ำทางกายภาพ

1.4 การศึกษาความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ทุก 30 วัน ในบ่อทั้ง 3 คอก โดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนพืช ขนาด 10 ไมคอน แล้วเก็บรักษาสภาพด้วย Lugol s’ solution หลังจากนั้นนำมาจัดจำแนกชนิด (ภาพที่ 8)

(ก) (ข)

ภาพที่ 8 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช (ก) และ ตรวจวินิจฉัยชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ข)

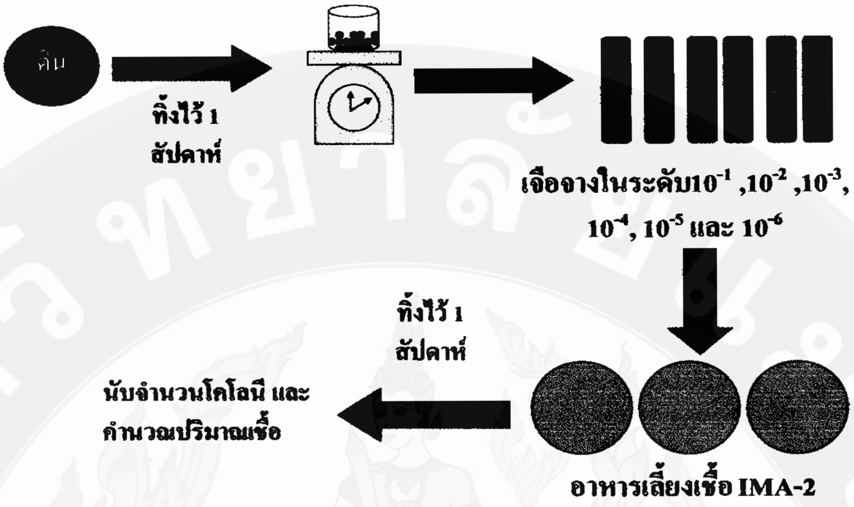
1.5 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรีย Actinomycetes ในดินที่เลี้ยงปลาบึก

เก็บตัวอย่างดิน 3 จุด คือ ด้านหน้า กลาง และท้าย ในบ่อทดลองที่มีการเลี้ยงปลาบึกด้วยระบบน้ำเขียว สุ่มเก็บตัวอย่างดินทุก 30 วัน

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) ในดิน (ภาพที่ 9) ตามวิธีการของ Shutrirung (2005) มีดังนี้

1. แบ่งตัวอย่างดินใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้ตัวอย่างแห้ง
2. ชั่งดิน 10 กรัม ทำการเจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เป็นระดับเจือจางที่ 10^{-1}
3. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เป็นระดับเจือจางที่ 10^{-2}
4. ปิเปตตัวอย่างต่อจนถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-6}
5. ปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร จากระดับความเจือจางที่ 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ 10^{-6} มา spread บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ IMA-2 ที่เตรียมไว้
6. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วันตรวจดูการเจริญเติบโตของเชื้อ
7. นับจำนวนโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีส คำนวณปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีส

สูตรการคำนวณ เซลล์/กรัมดินแห้ง = จำนวนเซลล์/0.1 x $10^{\text{dilution factor}}$/ นน. ของดินแห้ง


ดิน
ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์
เจือจางในระดับ 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ 10^{-6}
ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์
นับจำนวนโคโลนี และ คำนวณปริมาณเชื้อ
อาหารเลี้ยงเชื้อ IMA-2

เซลล์/กรัมดินแห้ง = จำนวนเซลล์/0.1 x $10^{\text{dilution factor}}$/ นน. ของดินแห้ง

ภาพที่ 9 ศึกษาปริมาณแอคติโนมัยซีสในบ่อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

1.6 การศึกษากลิ่นไม่พึงประสงค์ (สารจีออสมินและเอ็มไอบี) ในเนื้อของปลาบึก (ภาพที่ 10)

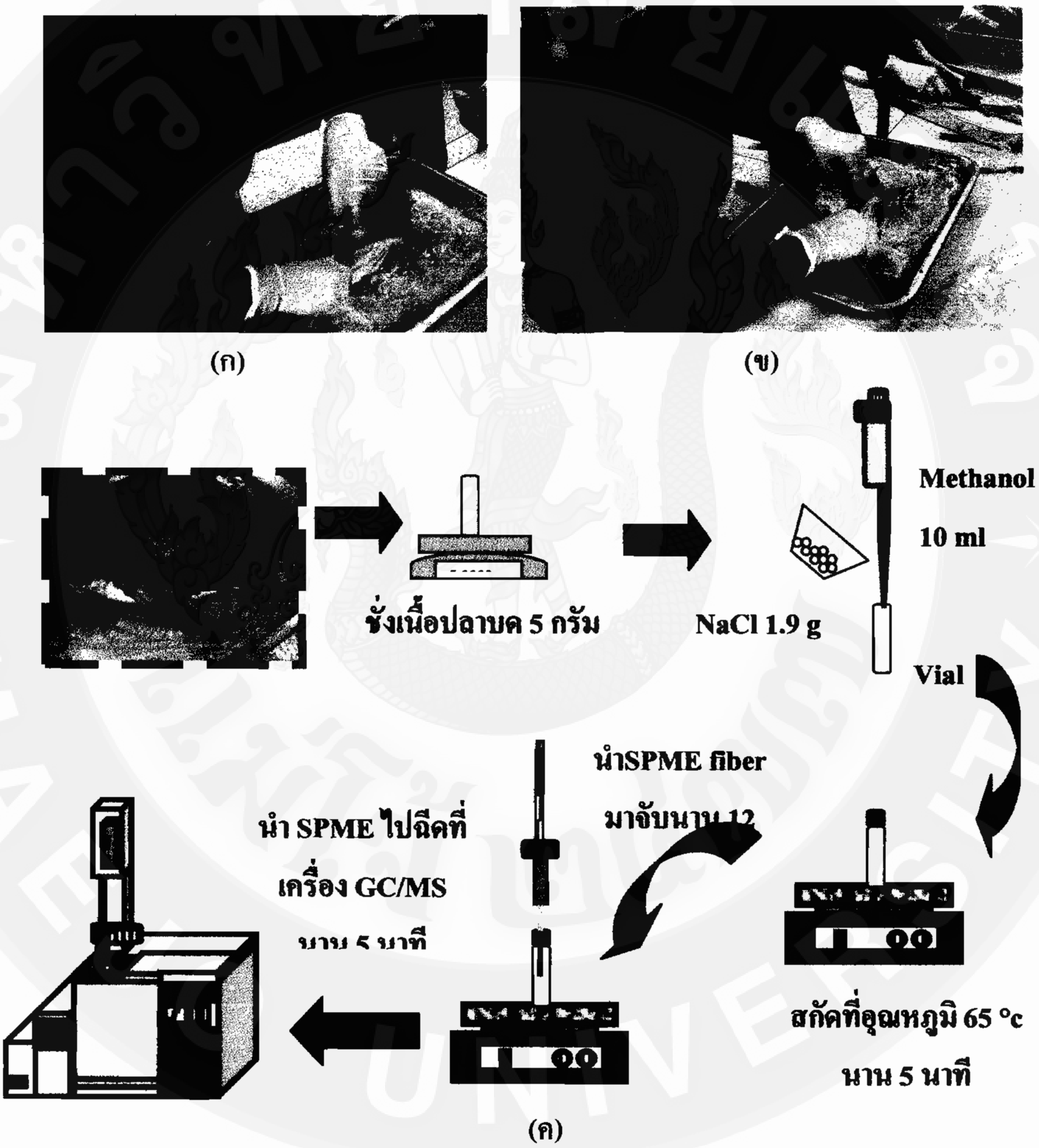
การวิเคราะห์กลิ่นโคลนเนื้อปลาบึกโดยใช้วิธี GC/MS โดยใช้สารมาตรฐานจากบริษัท Sigma ตรวจสอบชนิดและปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในน้ำ ดินและเนื้อปลาบึก และปลานิลแดง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างปลาบึก เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารจีออสมินและเอ็มไอบี โดยการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ในเนื้อปลาบึกทำได้โดยนำตัวอย่างเนื้อปลาบึกมาบดให้ละเอียด ใส่ในขวดไวอัล (vial) 5 กรัมพร้อมเติมเมทธานอล 10 มิลลิลิตร

2. นำขวดไวอัลที่มีตัวอย่างพร้อมวิเคราะห์เติมโซเดียมคลอไรด์ 1.9 กรัม ใส่ magnetic bar ปิดฝาด้วยจุกยางทนความร้อนสูง และฝาอะลูมิเนียม (aluminium cap) จากนั้นนำขวดไวอัลวางบนเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าและถาดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแทงเข็มไฟเบอร์ที่ประกอบเข้ากับอุปกรณ์ SPME (solid phase microextraction) เข้าไปในขวดตัวอย่างทิ้งไว้เป็นเวลา 12 นาที เพื่อให้ไฟเบอร์ทำการจับกับสารประกอบจีออสมิน และเอ็มไอบี ในตัวอย่าง

3. นำชุดอุปกรณ์ SPME ฉีดเข้ากับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Agilent Technologies 6890 N Network GC System) เข้าไปตรงตำแหน่งที่ฉีดสารของเครื่อง โดยใช้ Splitless mode ผ่านแคบปิ

ลาลีคอลัมน์ (DB-DURABOND) HP-5 (30 m. x 0.32 mm. 0.25 µm. film thickness) ใช้แก๊สฮีเลียมเป็นตัวพา ด้วยอัตรา 2.5 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของเตาอบ (oven temperature) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเพิ่มเป็น 220 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 15 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงอุณหภูมิไว้ที่ 220 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที


(ก)
(ข)
ชั่งเนื้อปลาบด 5 กรัม
NaCl 1.9 g
Methanol
10 ml
Vial
สกัดที่อุณหภูมิ 65 °c
นาน 5 นาที
นำSPME fiber
มาจับนาน 12
นำ SPME ไปฉีดที่
เครื่อง GC/MS
นาน 5 นาที
(ค)

ภาพที่ 10 การเตรียมตัวอย่าง (กและข) และ วิธีการวิเคราะห์กลิ่นโคลนโดยใช้ GC/MS (ค)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC 11.0 โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

การทดลองที่ 2 : ผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในปลานิลแดง

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ปลานิลที่ใช้ทดลอง ลูกปลานิลที่ใช้ทดลองขนาด 3 นิ้ว เลี้ยงในอัตรา 3 ตัว/ตารางเมตร

2 .2 บ่อทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้บ่อดิน คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยใช้บ่อดินขนาด 100 ตารางเมตร จำนวน 12 บ่อ (ภาพที่ 11) และวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 treatments 3 replications ดังนี้คือ

Treatment 1	ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง
Treatment 2	ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง
Treatment 3	ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง
Treatment 4	ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับขาย 30 วัน

ตารางที่ 5 อัตราการใส่ปุ๋ย อัตราการปล่อย และหน่วยการทดลอง

	Treatment			
	1	**2**	**3**	**4**
พื้นที่บ่อเลี้ยง (ตร.ม.)	100	100	100	100
การให้อาหาร	ให้อาหาร	ไม่ให้อาหาร	ให้อาหาร	ให้อาหารก่อนจับ30 วัน
อัตราการให้ใส่ปุ๋ยมูลไก่ (กก./ไร่/สัปดาห์)	0	64	64	64
อัตราการปล่อย (ตัว/ตร.ม.)	3	3	3	3
น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม)	41.5	41.5	41.5	41.5

สถานที่และเวลา

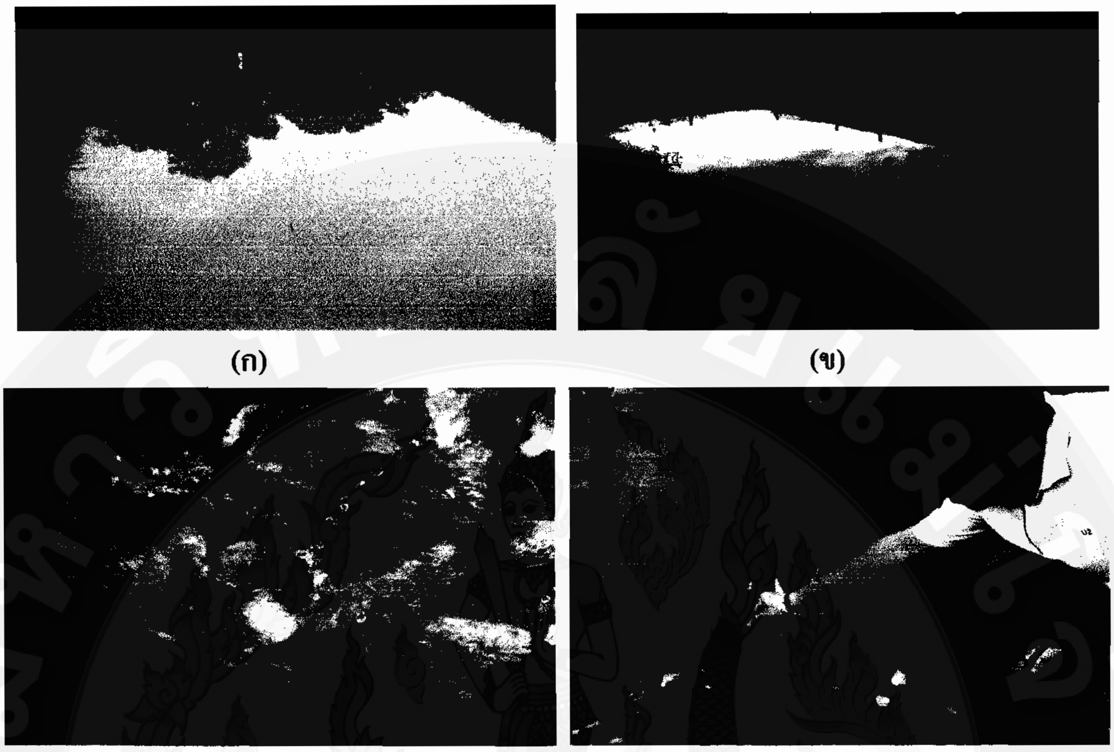
ระยะเวลา

ระยะเวลาในการทำวิจัย ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2551- มีนาคม 2552

สถานที่

1. งานทดลองด้านผลผลิตปลานิลแดง: พื้นที่บริเวณฟาร์มทดลอง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2. งานทดลองด้านการตรวจสอบกลิ่นไม่พึงประสงค์: ห้องวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC/MS) ณ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพละสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 11 บ่อทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ก) ที่ใส่ปุ๋ย (ข) และปล่อยลูกปลาทดลอง (ค และ ง)

2. 2 การศึกษาการอัตราเจริญเติบโต

วัดความยาวและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละบ่อทุก 1 เดือน (ภาพที่ 12) ตลอดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

= (น้ำหนักปลาทั้งหมด/จำนวนปลาทั้งหมด)

ข. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (%/วัน)

= 100 x (ln น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ln น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) / จำนวนวันที่ทดลอง

ค. อัตรารอด (Survival rate) %

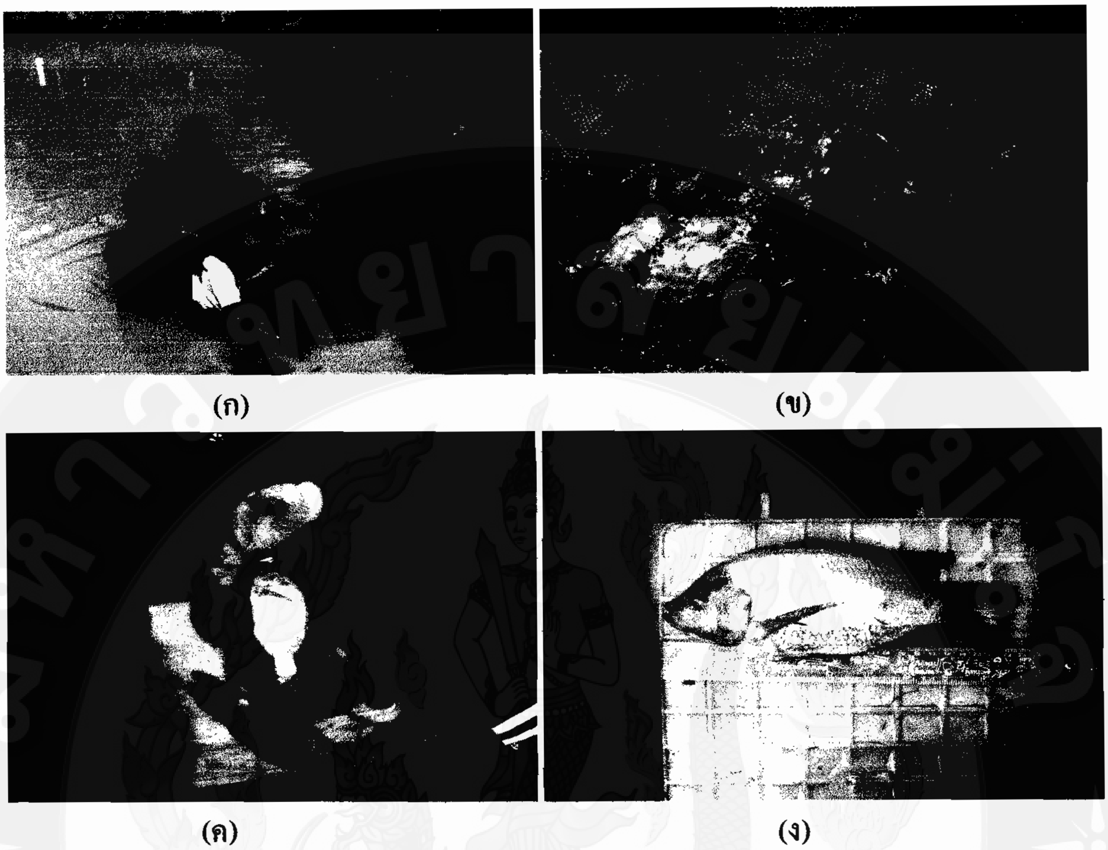
= (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) x 100

ง. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

= น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (กรัม) / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

จ. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase)

= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)


(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 12 เก็บตัวอย่าง (ก และ ข) และชั่งน้ำหนัก -วัดความยาวปลานิลแดงในบ่อทดลอง (ค และ ง)

2.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ในบ่อทดลอง ทุก 30 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง
ได้แก่

- อุณหภูมิน้ำ โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ค่าความเป็นกรด – ด่างโดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้ TOA multimeter รุ่น WQC-22A
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride Method
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยวิธี Phenate Method
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน โดยวิธี Cadmium Reduction Method
- ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ โดยวิธี APHA 1989

2.4 การศึกษาความหลากหลายและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ทุก 30 วัน ในบ่อทั้ง 12 บ่อ โดยใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนพืช ขนาด 10 ไมคอน แล้วเก็บรักษาสภาพด้วย Lugol s' solution หลังจากนั้นนำมาจัดจำแนกชนิด (ภาพที่ 8)

2.5 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรีย Actinomycetes ในดินที่เลี้ยงปลานิลแดง

เก็บตัวอย่างดิน 3 จุด คือ ด้านหน้า กลาง และท้าย ในบ่อทดลองที่มีการเลี้ยงปลานิลแดงด้วยระบบน้ำเขียว สุ่มเก็บตัวอย่างดินทุก 30 วัน

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) ในดิน ตามวิธีการของ Shutrirung (2005) อธิบายในหน้าที่ 24

2.6 การศึกษากลิ่นไม่พึงประสงค์ (สารจีออสมินและเอ็มไอบี) ในน้ำ ดิน และเนื้อปลานิลแดง

การวิเคราะห์กลิ่นโคลนในน้ำ ดินและเนื้อปลานิลแดง โดยใช้วิธี GC/MS ทำการแสดงวิธีการวิเคราะห์ไว้ในหน้าที่ 25

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC 11.0 โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

1.น้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น FCR และ อัตราการรอด ของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

1.1 ผลของการให้อาหารต่อน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น FCR และ อัตราการรอด ของปลาบึก

การศึกษาผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก โดย treatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 123.16 ± 6.10,154.00 ± 2.54 และ 201.12 ± 7.81 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยปลาที่ได้ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม จะมีอัตราการเจริญเติบโต ดีที่สุด

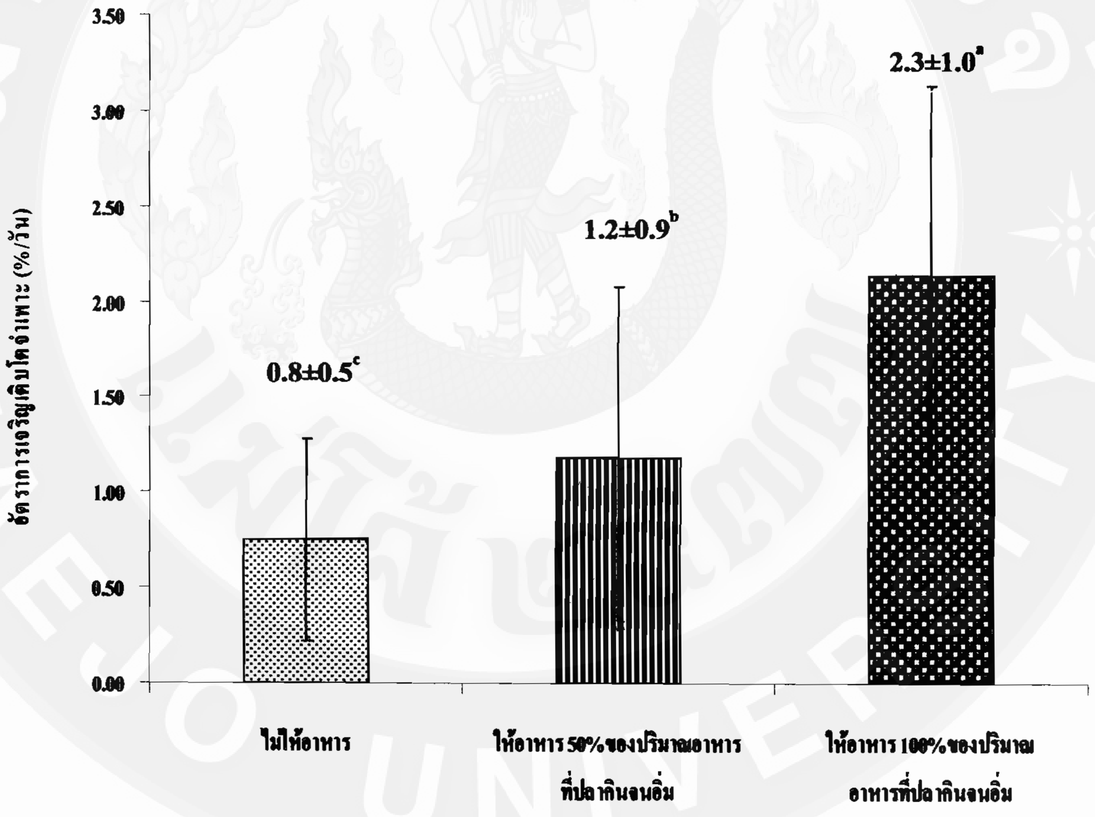
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และ อัตราการรอด (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน)

อัตราการให้อาหาร (%ของปลากินจนอิ่ม)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	SGR (%/วัน)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	FCR	อัตรารอด (%)
0%	69.5 ± 0.7^{a}	123.2 ± 6.1^{c}	0.8±0.5^{c}	61.9±1.5^{c}	-	100^{a}
50%	70.5 ± 7.1^{a}	154.0 ± 2.5^{b}	1.2±0.9^{b}	103.8±0.0^{b}	4.1±1.6^{b}	100^{a}
100%	71.0 ± 1.5^{a}	201.1 ± 7.8^{a}	2.3±1.0^{a}	133.0±1.3^{a}	2.5± 0.5^{a}	100^{a}

หมายเหตุ : อักษร a, b แสดงว่าความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

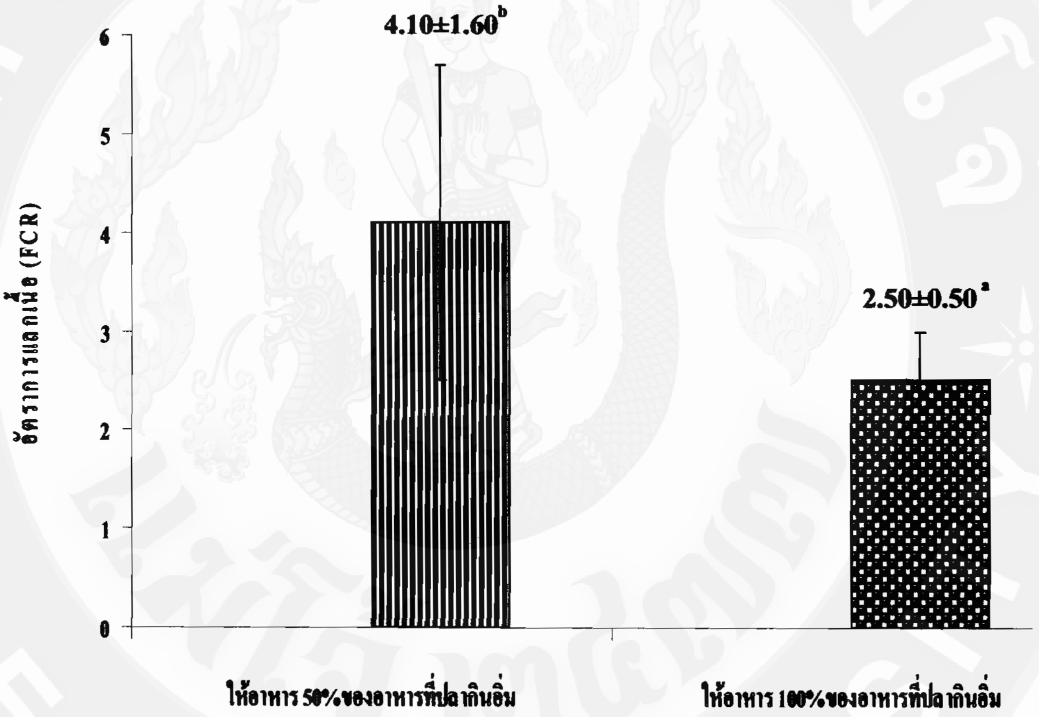
จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกันโดย treatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีอัตราเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.75±0.53, 1.18±0.90 และ 2.34±1.00 %/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 13 , ตารางที่ 6) โดยปลาบึกที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีอัตราเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด



ภาพที่ 13 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ 100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม

1.3 อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

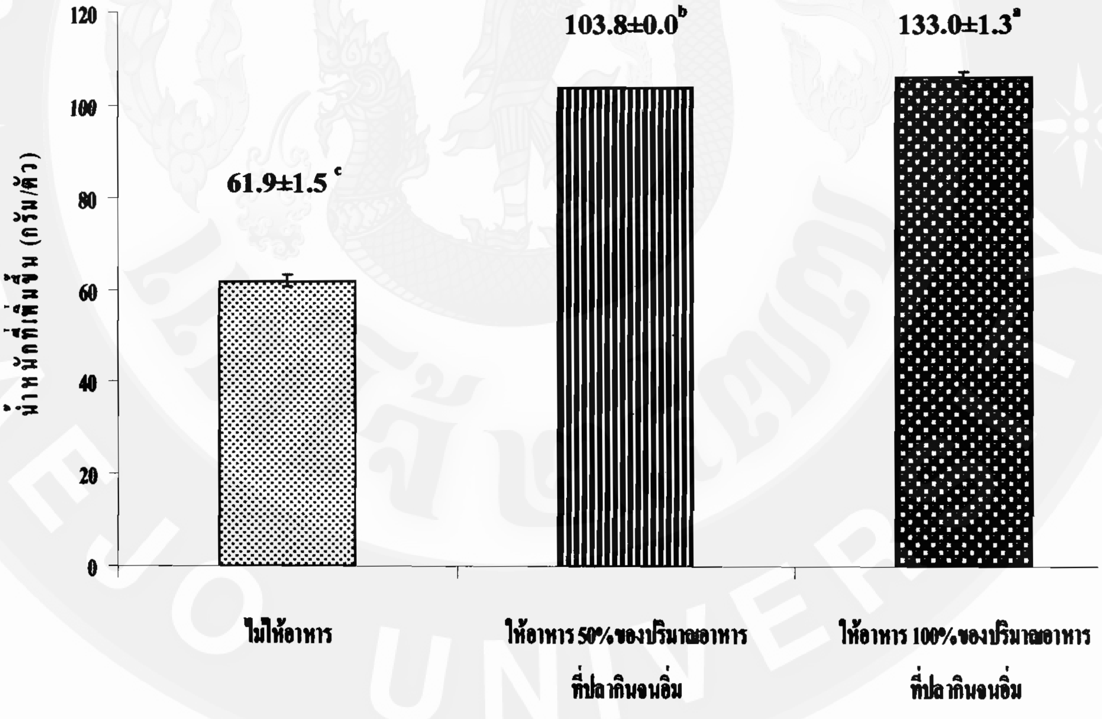
อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกันโดยtreatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 4.1±1.6 และ 2.5± 0.5 เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 14, ตารางที่ 6) โดยปลาบึกที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด



ภาพที่ 14 อัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ100%ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม

1.4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

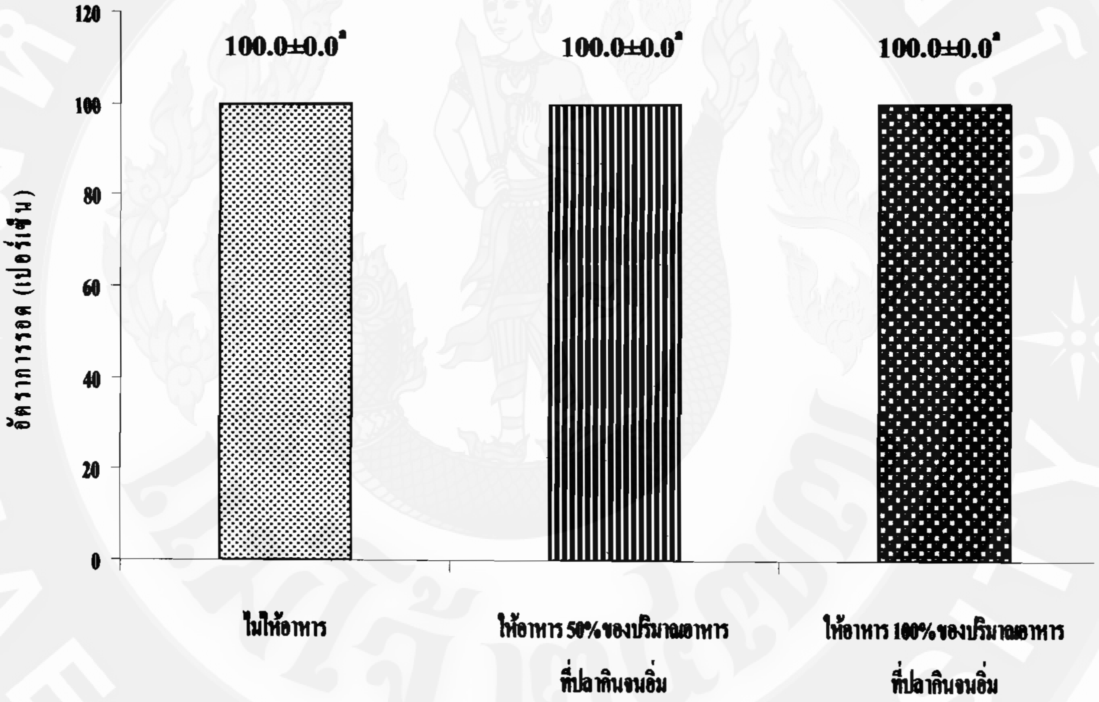
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกันโดยtreatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 61.88±1.50, 103.75±0.00 และ 133.00±1.28 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 15, ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปลาบึกที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด รองลงมาเป็นปลาบึกที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ ปลาบึกที่ไม่ให้อาหาร ตามลำดับ



ภาพที่ 15 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม

1.4 อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหารต่างกันโดย treatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ไม่มีอัตรารอด 100% ทั้ง 3 หน่วยการทดลอง เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 16, ตารางที่ 6)



ภาพที่ 16 อัตราการรอดของปลาบึกที่ให้อาหาร 0%, 50% และ100% ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม

2.คุณภาพน้ำของบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

คุณภาพน้ำของบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกันระหว่างการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 7.5 ± 0.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.0 ± 2.4 mg/L ปริมาณแอมโนเมีย-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 0.2 ± 0.2 mg/L ปริมาณไนไตรท-ไนโตเจน มีค่าเฉลี่ย 0.1 ± 0.0 mg/L ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 0.1 ± 0.0 mg/L ปริมาณคลอโรฟิลล์- เอ มีค่าเฉลี่ย 154.4 ± 20.0 mg/L และปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ย 1.2 ± 0.7 mg/L (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำของบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	**คุณภาพน้ำในการทดลอง**
ความเป็นกรด-ด่าง	7.5 ± 0.3
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/L)	6.0 ± 2.4
ปริมาณแอมโนเมีย-ไนโตรเจน (mg/L)	0.2 ± 0.2
ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (mg/L)	0.1 ± 0.0
ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (mg/L)	0.4 ± 0.4
ปริมาณคลอโรฟิลล์- เอ (mg/L)	154.4 ± 20.0
ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (mg/L)	1.2 ± 0.7

3. ความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

จากการศึกษาความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta เท่ากับ 84.25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณมากที่สุด และพบแพลงก์ตอน 3 ชนิดได้แก่ *Oscillatoria kawamura, Microcystis aeruginosa*, และ *Merismopedia tenuissima.* (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) รองลงมา คือ ดิวิชัน Chlorophyta เท่ากับ 8.38 เปอร์เซ็นต์ และพบแพลงก์ตอน 6 ชนิดได้แก่ *Pediastrum tetras.*, *Actinium hantzsch, Chlorella* sp., *Scenedesmus biaculeatus*, *Dimorphococcus* sp.และ *Tetraedron* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) ดิวิชัน Chysophyta เท่ากับ 6.74 เปอร์เซ็นต์ และพบแพลงก์ตอนเพียง 1 ชนิดได้แก่ *Nitzschia* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) ดิวิชัน Pyrrophyta เท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และพบแพลงก์ตอนเพียง 1 ชนิดได้แก่ *Peridinium* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) ดิวิชัน Euglenophyta เท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์ และพบแพลงก์ตอนเพียง 1 ชนิดได้แก่ *Trachelomonas* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) และดิวิชัน Cryptophyta พบมากที่สุด เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้อยที่สุดและพบแพลงก์ตอนเพียง 1 ชนิดได้แก่ *Cryptomonas* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 1, ตารางภาคผนวกที่1) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาในระบบน้ำเขียวจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุดและมีหลายชนิดร่วมทั้งพบกลุ่มสาหร่ายที่สร้างกลิ่นโคลน ได้แก่ *Oscillatoria kawamurae* และ *Microcystis aeruginosa*

4. ปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

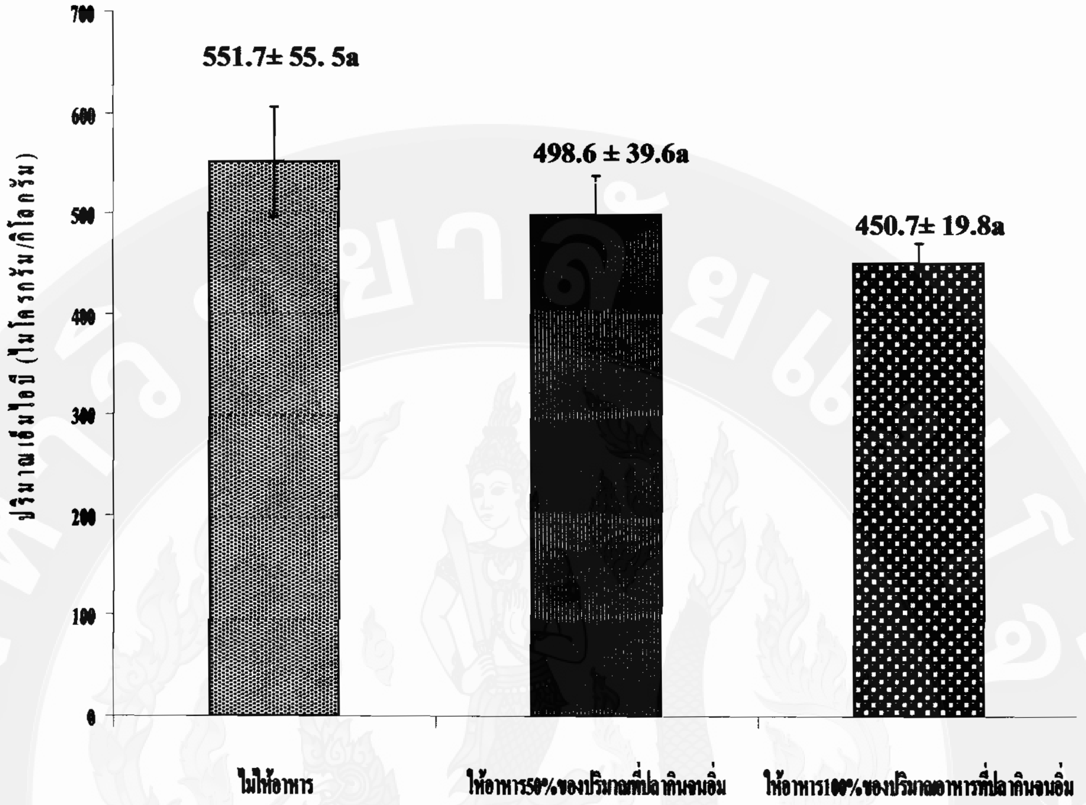
4.1 ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

จากการศึกษาการเลี้ยงปลาบึกในระบบน้ำเขียวโดย treatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 551.7 ± 55.5, 498.6 ± 39.6และ 450.7 ± 19.8 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 17, ตารางที่ 8) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเนื้อปลาบึกในทุกหน่วยการทดลองมีการปนเปื้อนของสารเอ็มไอบี โดยปลาบึกที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (โปรตีน 35%) ในอัตรา 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีปริมาณเอ็มไอบีน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีและจีออสมิน

Treatments	**เอ็มไอบี (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)**	**จีออสมิน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)**
ไม่ให้อาหาร	551.7 ± 55. 5 ^{a}	369.8 ± 57.3 ^{c}
50%ของอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	498. 7 ± 39.6 ^{a}	128.4± 39.8 ^{b}
100%ของอาหารที่ปลากินจนอิ่ม	450.7± 19.8 ^{a}	67.9 ± 21.3 ^{a}

หมายเหตุ : อักษร a, b แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

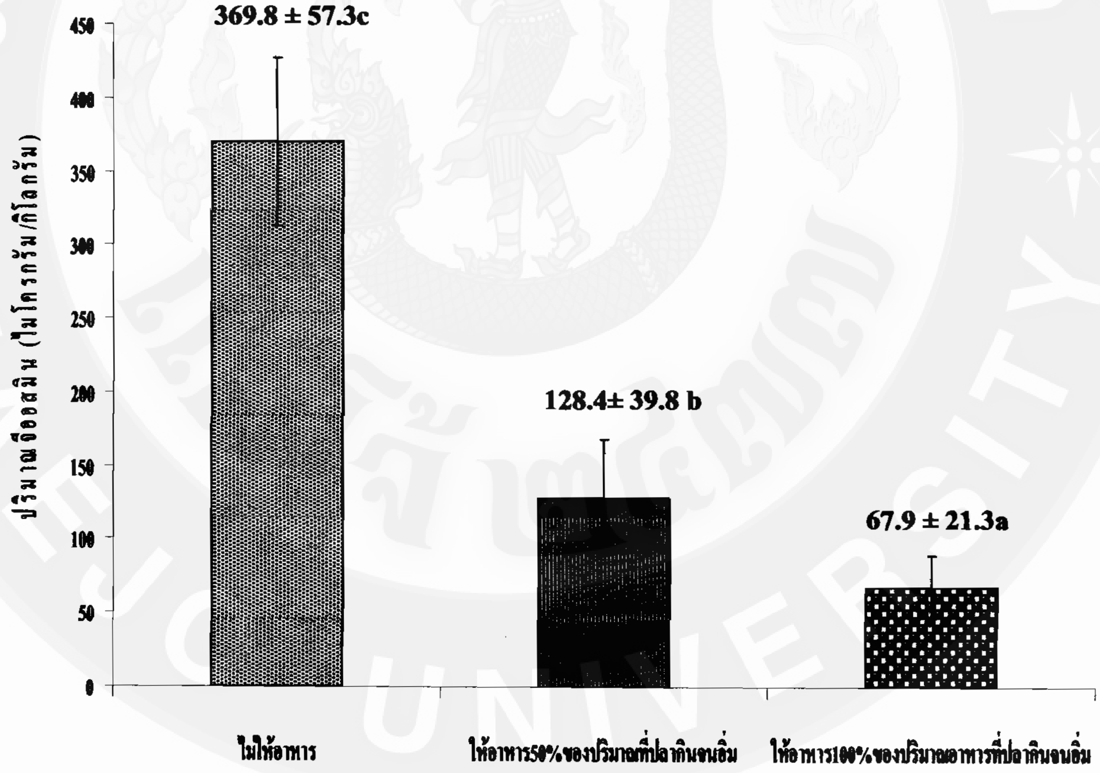


ภาพที่ 17 ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ๒๔๗๗
MAEJO UNIVERSITY

4.2ปริมาณสารประกอบจีออสมินเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

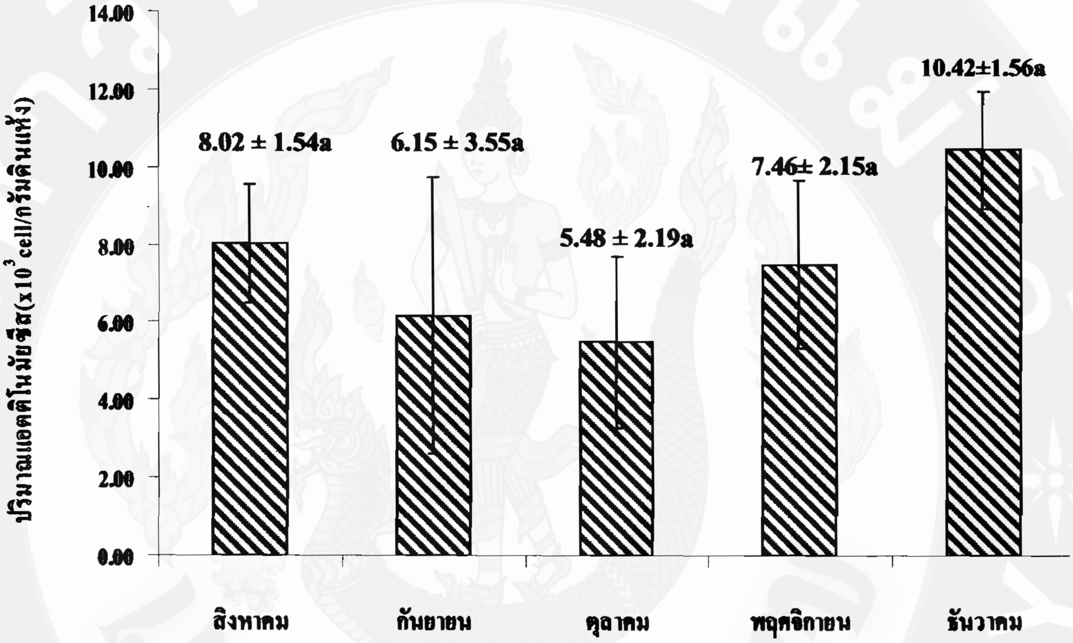
จากการศึกษาการเลี้ยงปลาบึกในระบบน้ำเขียวโดย treatment ที่ 1 ให้อาหาร 0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม (ไม่ให้อาหาร) treatment ที่ 2 ให้อาหาร 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม และ treatment ที่ 3 ให้อาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม ตามลำดับ ทำการทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 369.8 ± 57.3,128.4 39.8 และ 67.9 ± 21.3ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 18, ตารางที่ 8) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเนื้อปลาบึกในทุกหน่วยการทดลองมีการปนเปื้อนของสารจีออสมินโดยปลาบึกที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (โปรตีน 35%) ในอัตรา100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีปริมาณจีออสมินน้อยที่สุด



ภาพที่ 18 ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

5. ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.02 ± 1.54, 6.15 ± 3.55, 5.48 ± 2.19, 7.46± 2.15 และ10.42±1.56 x10^3 เซลล์/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 19) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยแอคติโนมัยซีสมีปริมาณมากที่สุดในเดือน ธันวาคม และมีปริมาณน้อยที่สุดในเดือน ตุลาคม



ภาพที่ 19 แอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวที่ให้อาหารต่างกัน

งานทดลองที่ 2 : ผลของการให้อาหารต่อลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และMIB) ในปลานิลแดง

1.น้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น FCR และ อัตราการรอด ของปลานิลแดง

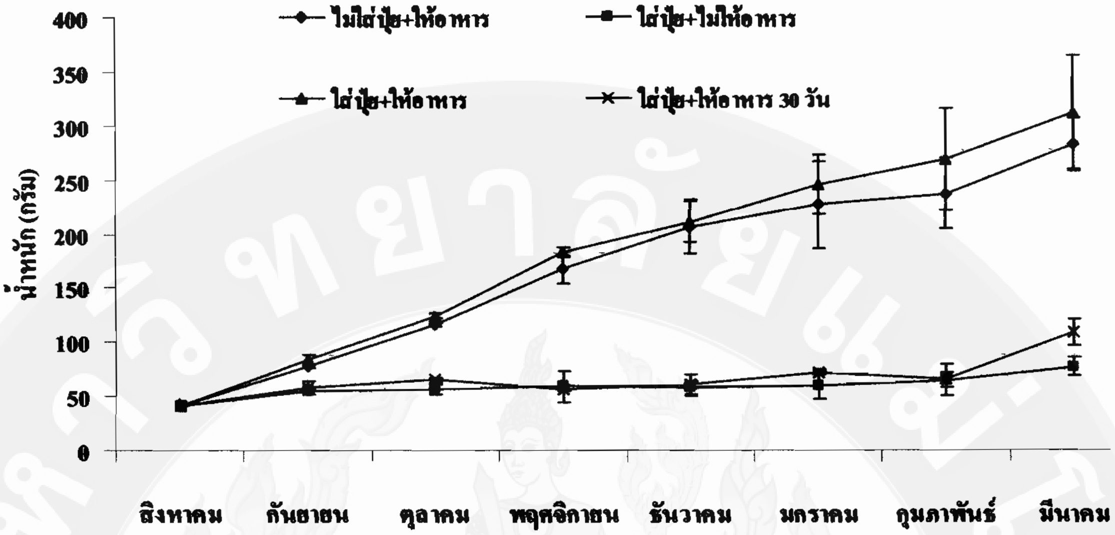
1.1 ผลของการให้อาหารต่อน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น FCR และ อัตราการรอด ของปลาปลานิลแดง

จากการศึกษาการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 282.9 ±13.5, 76.1 ±4.8, 310.2 ±24.0 และ 107.7 ±7.7 กรัม/ตัว ตามลำดับ (ภาพที่ 20, ตารางที่ 9) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย T2 และT3 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด แสดงให้เห็นว่าปลานิลแดงได้รับสารอาหารทั้งอาหารธรรมชาติในบ่อและอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR)

อัตราการให้อาหาร	น้ำหนักเพิ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	SGR (%/วัน)
ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร	41.5± 0.2^{a}	282.9 ±13.5^{a}	0.80±0.01 ^{a}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหาร	41.5±0.2^{a}	76.1 ±4.8^{b}	0.24± 0.02^{c}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร	41.5± 0.2^{a}	310.2 ±24.0^{a}	0.85± 0.02^{a}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารก่อนจับ30 วัน	41.5± 0.2^{a}	107.7 ±7.7^{b}	0.40± 0.03^{b}

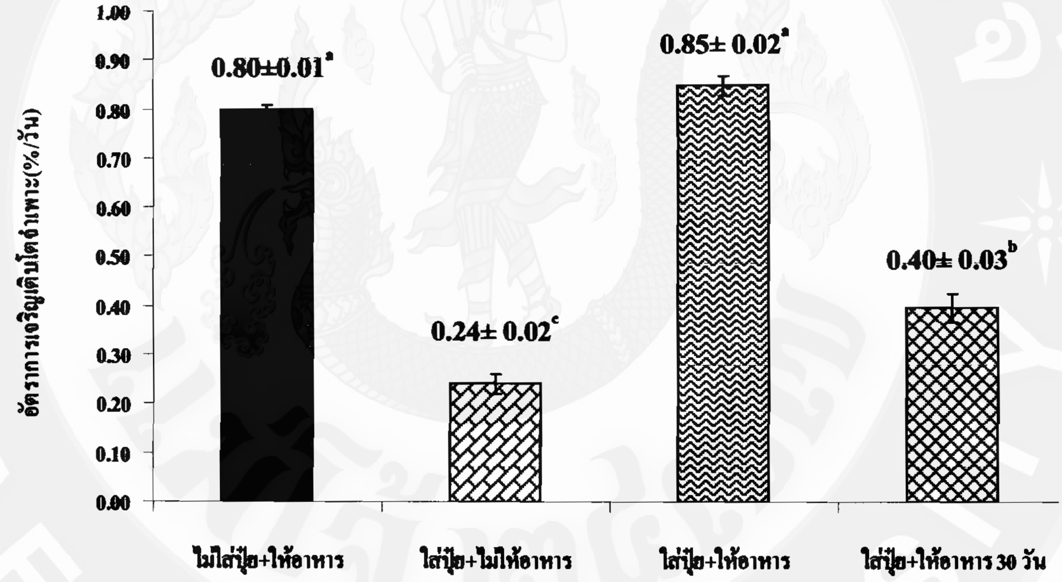
หมายเหตุ : อักษร a, b แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 20 การเจริญเติบโตของปลานิลแดงแดง โดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

1.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดงที่ให้อาหารต่างกัน

จากการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดง โดยtreatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อัตราเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดงเท่ากับ 0.80±0.01, 0.24± 0.02, 0.85± 0.02และ0.40± 0.03%/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 9) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด (ภาพที่ 21,ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่าปลานิลแดงได้รับสารอาหารทั้งอาหารธรรมชาติในบ่อและอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่ดี



ภาพที่ 21 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

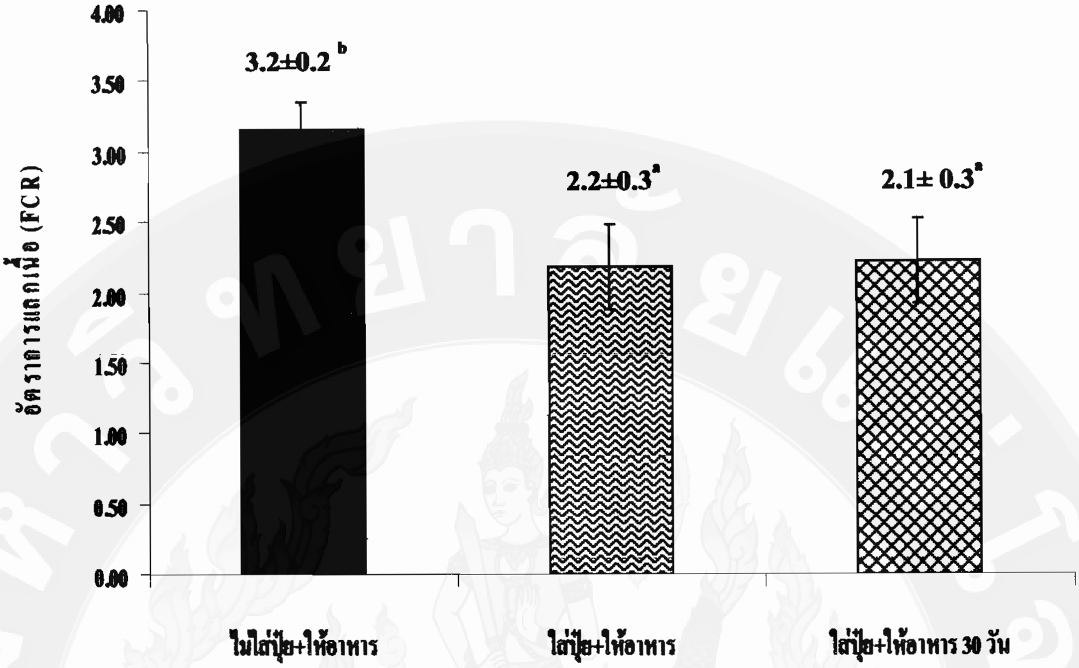
1.3 อัตราการแลกเนื้อของปลาแดงที่ให้อาหารต่างกัน

อัตราการแลกเนื้อของปลานิลแดงแดง โดยtreatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 3.2±0.2, 2.2±0.3 และ 2.1± 0.3 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 22, ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบน้ำเขียวร่วมกับการให้อาหาร สามารถช่วยลดปริมาณอาหารเม็ดสำเร็จรูปได้และมีอัตราการแลกเนื้อที่ดี

ตารางที่ 10 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และ อัตราการรอด (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน)

อัตราการให้อาหาร	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	FCR	อัตรารอด(%)
ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร	264.7 ± 2.2^{a}	3.2 ± 0.2^{b}	89.4 ± 1.1^{a}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหาร	32.7 ± 3.9^{c}	-	80.2 ± 1.3^{b}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร	276.3 ± 15.3^{a}	2.2 ± 0.3^{a}	91.2 ± 0.3^{a}
ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารก่อนจับ30 วัน	66.2 ± 7.7^{b}	2.1 ± 0.3^{a}	80.6 ± 3.7^{b}

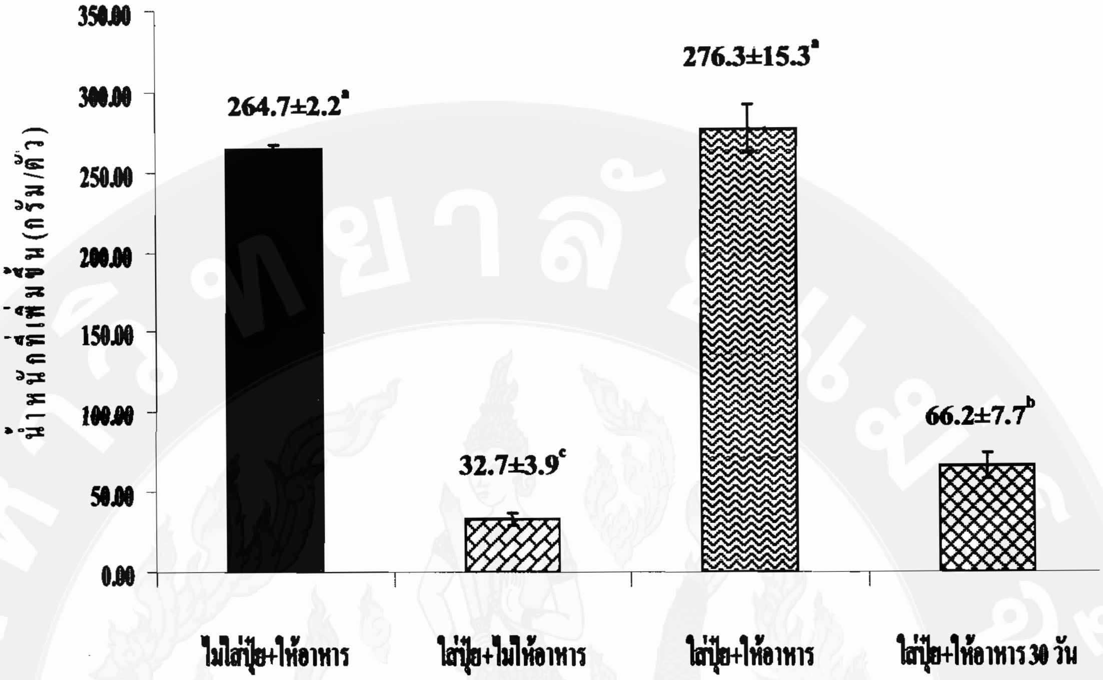
หมายเหตุ : อักษร a, b แสดงว่าความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 22 อัตราการแลกเนื้อของปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

1.4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแดงที่ให้อาหารต่างกัน

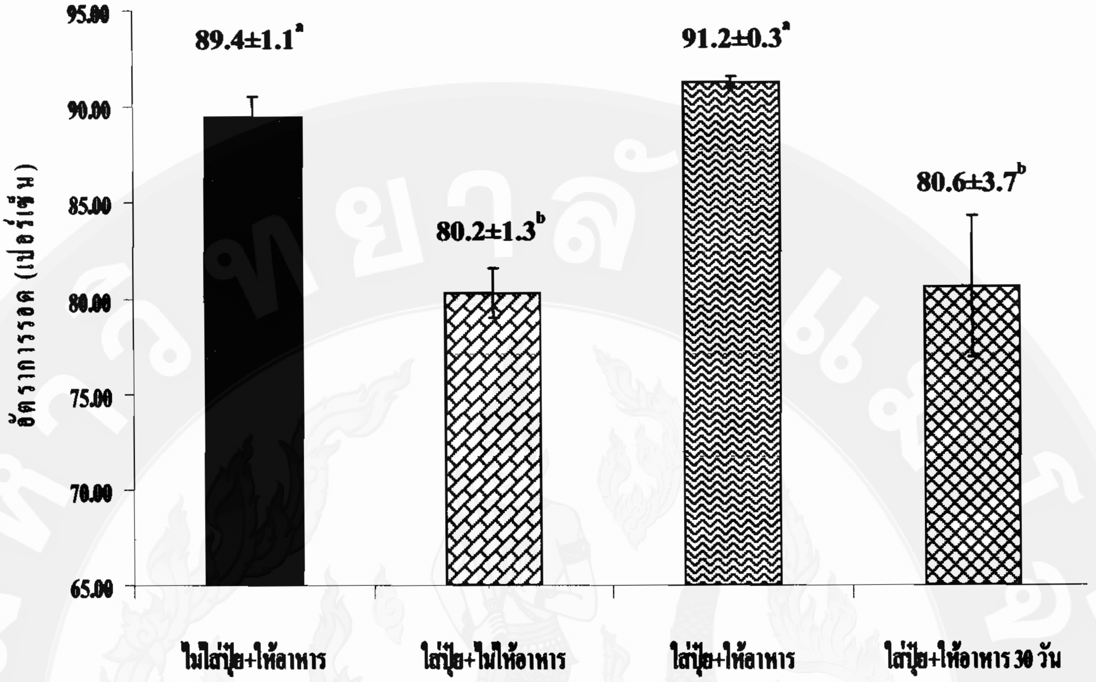
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแดง โดยtreatment ที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 264.7±2.2, 32.7±3.9, 276.3±15.3 และ 66.2±7.7 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 23, ตารางที่ 10) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหารและใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน แสดงว่าการเลี้ยงปลาในระบบน้ำเขียวร่วมกับการให้อาหาร ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดี



ภาพที่ 23 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

1.5 อัตราการรอดของปลานิลแดงที่ให้อาหารต่างกัน

อัตราการรอดของปลานิลแดงแดง โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีอัตรารอดเท่ากับ 89.4±1.1, 80.2±1.3, 91.2±0.3 และ 80.6±3.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 24, ตารางที่ 10) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลานิลแดงที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหารและใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน แสดงว่าการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ทำให้มีอัตราการรอดที่ดี



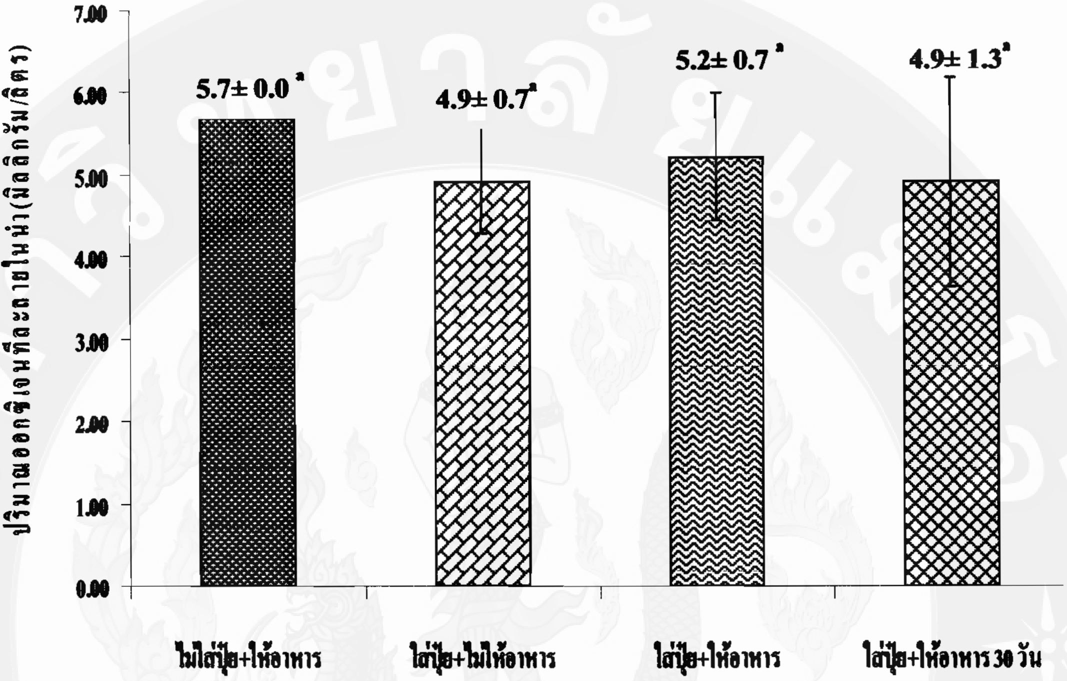
ภาพที่ 24 อัตราการรอดของปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.คุณภาพน้ำในบ่อปลานิลแดง

2.1ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อปลานิลแดงโดยมี treatment ต่างกันคือ treatment ที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในหน่วยการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.7± 0.0 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในหน่วยการทดลองใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อน

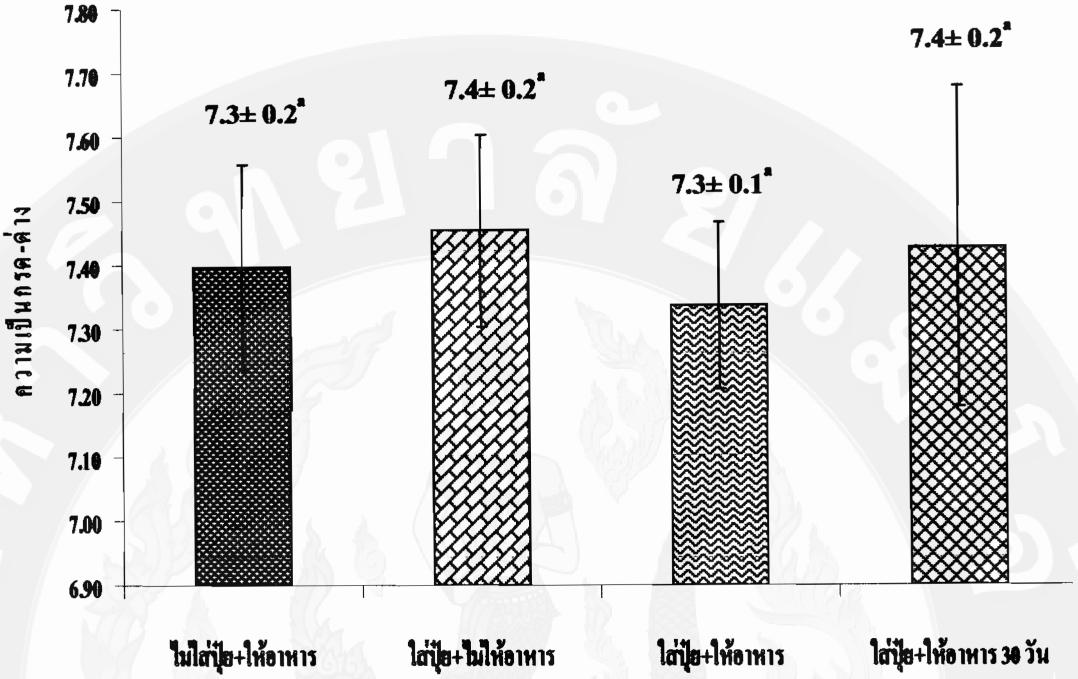
จับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 4.9± 0.7, 5.2± 0.8 และ 4.9± 1.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ในบ่อปลานิลแดงโดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยงtreatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในบ่อปลานิลแดง โดยมี treatment ต่างกันคือ treatment ที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 7.4± 0.2 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารและใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารก่อนจับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 7.3± 0.2, 7.3± 0.1และ 7.4± 0.3 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าความเป็นกรด-ด่าง ทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 26)

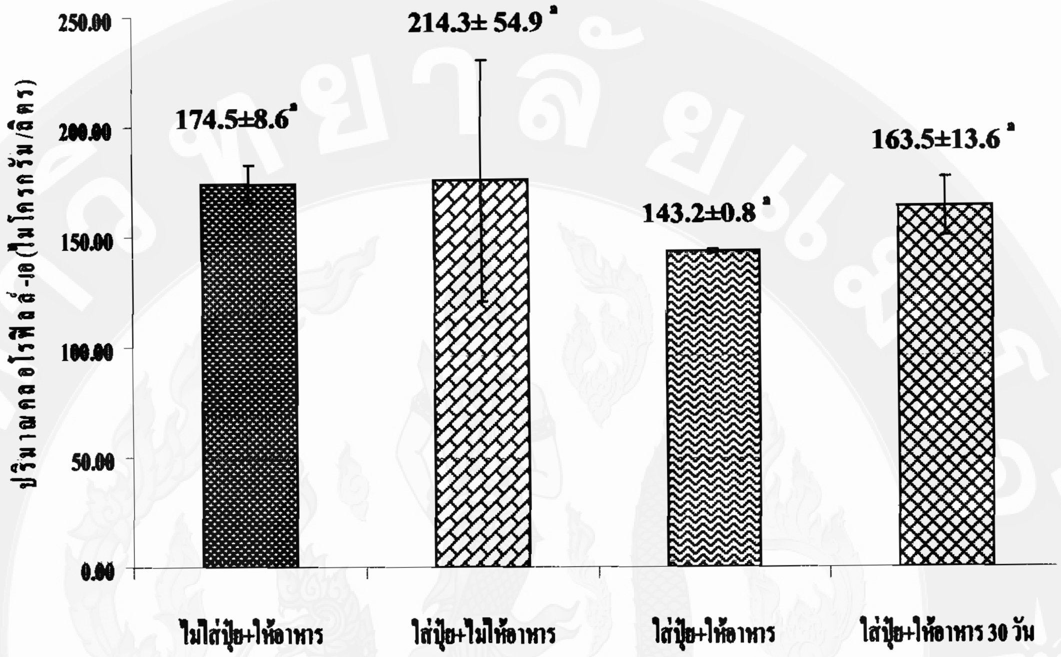


ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในบ่อปลานิลแดงโดยtreatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.3 ปริมาณคลอโรฟีลล์ เอ (ไมโครกรัม/ลิตร)

ปริมาณคลอโรฟีลล์ เอ (ไมโครกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดง โดยมี treatment ต่างกันคือ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า ปริมาณคลอโรฟีลล์ เอ (ไมโครกรัม/ลิตร)ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 214.3± 54.9 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณคลอโรฟีลล์ เอ ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 174.5±8.6,143.2±0.8 และ 163.5±13.6 ไมโครกรัม/

ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 27)

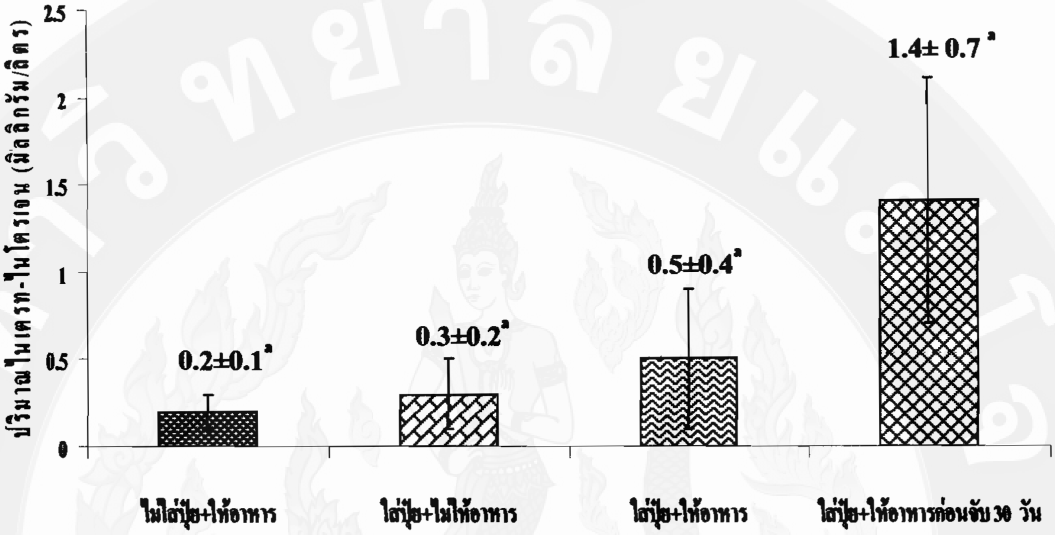


ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัม/ลิตร) ในบ่อปลานิลแดงโดยtreatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.4 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว โดย treatmentที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.4± 0.7 มิลลิกรัม/ลิตรส่วนปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหารและใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร

มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.2±0.1, 0.3±0.2 และ 0.5±0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 28)

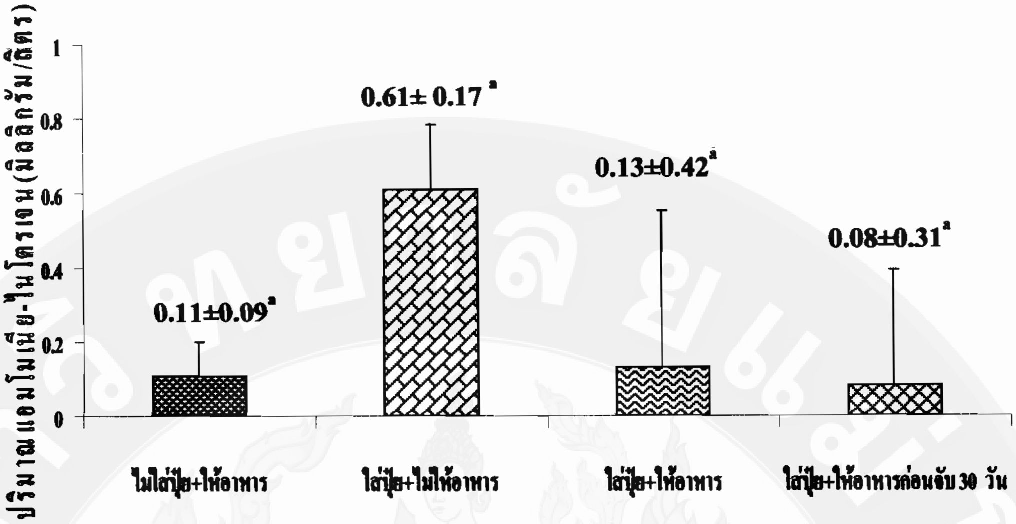


ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในบ่อปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลองดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmen ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.5 ปริมาณแอมโนเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

ปริมาณแอมโนเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดง โดยมี treatment ต่างกัน treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า ปริมาณแอมโนเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.61± 0.17 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณแอมโนเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ30วัน มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.11±0.09, 0.13±0.42 และ 0.08±0.31 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณแอมโนเนีย-ไนโตรเจนทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 29)

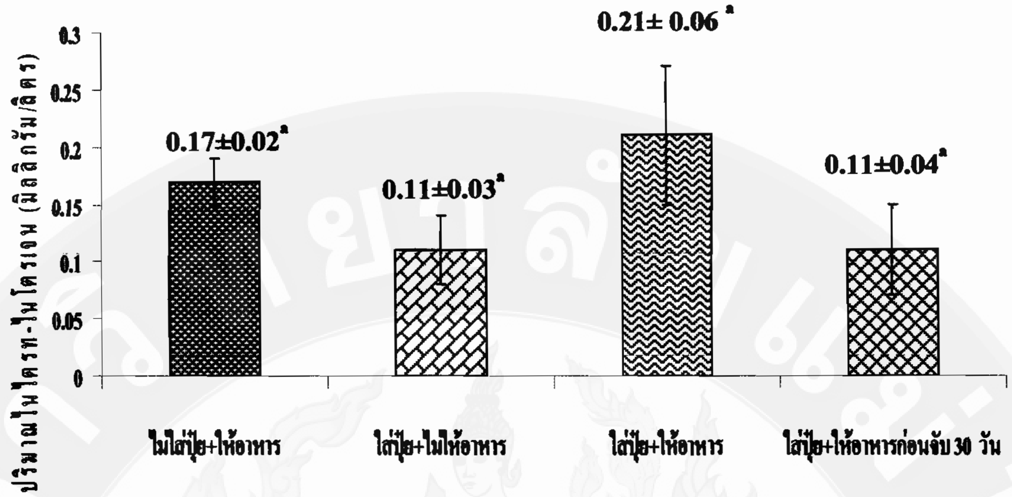
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY



ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในบ่อปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.6 ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)

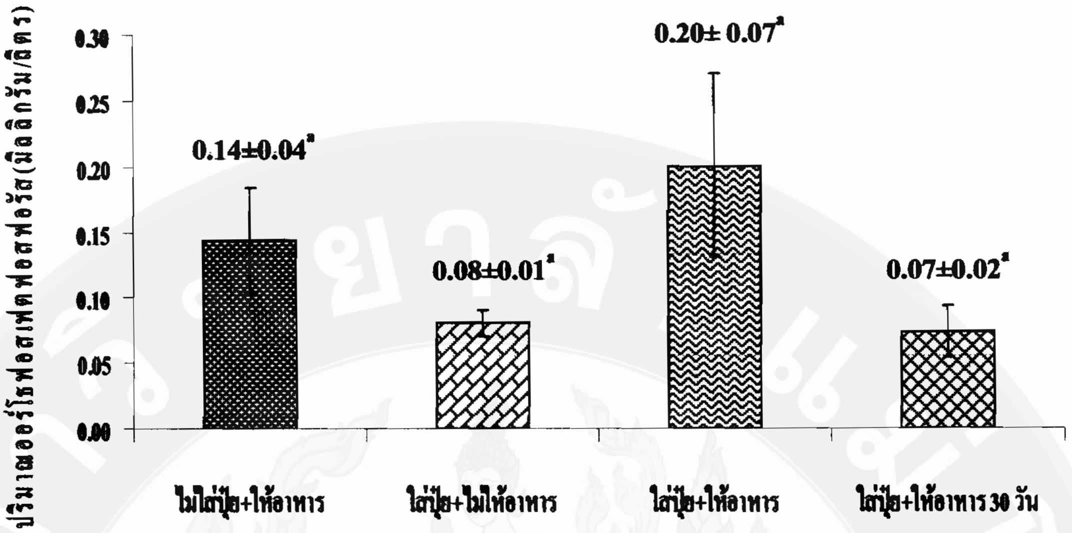
ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดง โดยมี treatment ต่างกัน คือ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.21± 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย ดังนี้ 0.17±0.02, 0.11±0.03 และ0.11±0.04 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน ทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน ในบ่อปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

2.7 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร)

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร)ในบ่อปลานิลแดง โดยมี treatment ต่างกันคือ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.20± 0.07 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ลิตร) ในหน่วยการทดลองไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยงและใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วัน มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.14±0.04, 0.08±0.01 และ0.07±0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ทุกบ่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในบ่อปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

3. ปริมาณและชนิดแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลานิลแดงที่ให้อาหารต่างกัน

3.1 ดิวิชัน Chlorophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียวที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง โดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Chlorophyta มากที่สุดถึง 31.90 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 47.3, 22.8, 37.1 และ 28.2 x10^6cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุด รองคือบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหาร ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน และบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ให้อาหาร ตามลำดับ (ภาพภาคผนวกที่ 3, ตารางภาคผนวกที่ 2)

ส่วนจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4

ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืช เท่ากับ 4.00±0.76, 3.14±0.34, 3.88±0.58 และ 3.25±0.45 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta ที่พบ ได้แก่ *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp., *Dictyosphaerium* sp., *Coelastrum* sp., *Crucigenia* sp., *Actinastrum* sp., *Oocytes* sp., *Pandorina* sp., *Closterium* sp., *Chlorella* sp. และ *Kirchneriella* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3.2 ดิวิชัน Cyanophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง โดยมี treatment ที่ทำการทดลอง treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cyanophyta เท่ากับ 18.61 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 34.0, 20.1, 13.2 และ 11.6 x10^6cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุด รองคือบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหาร ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน และบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ให้อาหาร ตามลำดับ (ภาพภาคผนวกที่ 4 ,ตารางภาคผนวกที่ 2)

ส่วนจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืช เท่ากับ 1.63±0.42, 2.34±0.57, 2.13±0.51 และ 2.25±0.49 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชันChlorophyta ที่พบได้แก่ *Oscillatoria kawamurae*, *Microcystis aeruginosa*, *Cylindrospermopsis sp.*, *Merismopedia tenuissima*, *Anabaena affinis* และ *Gloeocapsa* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3.3 ดิวิชัน Bacillariophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Bacillariophyta หรือไดอะตอมที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง โดยมีtreatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Bacillariophyta เท่ากับ 19.55 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 38.7, 23.9, 13.2 และ 6.2 x10^6cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ไม่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุด รองคือบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ให้อาหาร ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหาร และบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ

จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Bacillariophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 2.63±0.60, 2.71±0.42, 1.50±0.46, 2.38±0.60 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Bacillariophyta ที่พบ ได้แก่ *Cymbella* sp., *Melosira* sp., *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Synedra* sp. *Gomphonema* sp. และ *Fragilaria* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3.4 ดิวิชัน Euglenophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Euglenophyta หรือยูกลีนาที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง โดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Euglenophyta เท่ากับ 26.61 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 26.6, 30.4, 55.7 และ $0.1\text{x}10^{6}$cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุด รองคือบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ให้อาหาร ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหาร และบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ

จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Euglenophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า มีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 1.88±0.23, 2.29±0.27, 1.88±0.35 และ 0.25±0.16 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Euglenophyta ที่พบ ได้แก่ *Euglena* sp., *Trachelomonas* sp. และ *Phacus* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3.5 ดิวิชัน Pyrrhophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Pyrrhophyta หรือไดโนแฟกเจลเลตที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงโดยมีtreatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatmentที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Pyrrhophyta เท่ากับ 1.51 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 1.4, 0.0, 4.9 และ 0.0 x10^{6}cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุดและบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหาร ตามลำดับ

จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Pyrrhophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า มีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืช เท่ากับ 0.25±0.16, 0.00±0.00, 0.38±0.18, 0.00±0.00 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงก่อนจับ 30 วันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Euglenophyta ที่พบ ได้แก่ *Peridinium* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3.6 ดิวิชัน Cryptophyta

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cryptophyta หรือไดโนแฟกเจลเลตที่พบในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในดิวิชัน Cryptophyta เท่ากับ 1.81 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลรวมปริมาณเซลล์ เท่ากับ 1.4, 1.8, 4.5และ 0.0 x10^{6}cell/ลิตร ตามลำดับ โดยพบในบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารพบมากที่สุด รองคือบ่อที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไม่ให้อาหารและ บ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้อาหารตามลำดับ

จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cryptophyta ในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatmentที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า มีค่าเฉลี่ยชนิดของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 0.25±0.16, 0.43±0.20, 0.50±0.19, 0.00±0.00 ชนิด ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่บ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงและบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$) โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cryptophyta ที่พบ ได้แก่ *Cryptomonas* sp. (ภาพภาคผนวกที่ 5)

4.ปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในบ่อปลานิลแดง

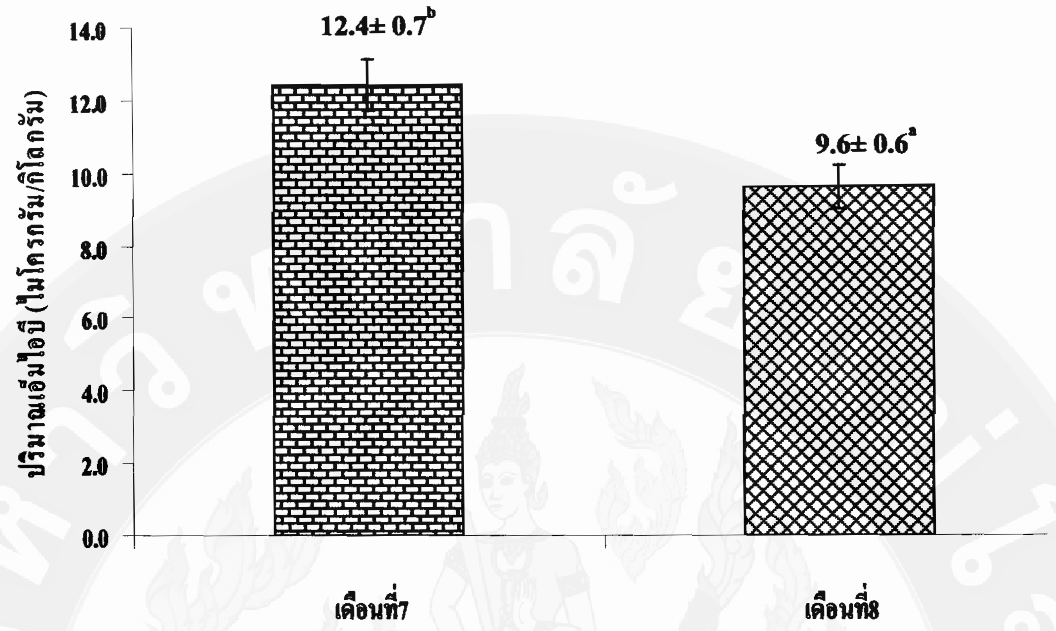
4.1ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในปลานิลแดง (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

จากการศึกษาผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในการเลี้ยงปลานิลแดง โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณสารเอ็มไอบีในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.9±8.3, 13.3± 9.3, 16.5±10.0 และ 28.9±23.1 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนปริมาณสารเอ็มไอบีในดินก้นบ่อเลี้ยงตั้งแต่เริ่มต้น เดือนที่7 และเดือนที่8 ในบ่อที่ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.2 ±69.5, 80.9 ±74.6, 61.6 ±55.5 และ42.5 ±35.1 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และปริมาณสารเอ็มไอบีในเนื้อปลานิลแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.3±33.5, 49.1±43.0, 5.8±2.4 และ 7.7±3.4 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับไม่ให้อาหาร($p \leq 0.05$) ในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน มีปริมาณเอ็มไอบีในเนื้อปลานิลแดงในเดือนที่ 8 ลดลงจากเดือนที่ 7 (22.5%) (ภาพที่ 32) แสดงให้เห็นว่า การให้อาหารสามารถลดปริมาณเอ็มไอบีลงได้

ตารางที่ 11 ปริมาณCyanophyta ,แอคติโนมัยซีสและปริมาณเอ็มไอบีในน้ำ ดินและเนื้อปลานิลแดง

Treatments	Cyanophyta ($\times10^3$cell/มล.)	แอคติโนมัยซีส ($x10^3$cell /g น้ำหนักดินแห้ง)	สารประกอบเอ็มไอบี (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)		
			น้ำ	ดิน	ปลา
ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง	567.4 ±310.8 a	58.8 ±8.2a	17.9±8.3a	78.2 ±69.5a	58.3±33.5a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง	334.8 ±168.6a	60.2 ±7.3a	13.3± 9.3a	80.9 ±74.6a	49.1±43.0a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง	220.7 ±82.4a	47.9 ±9.6a	16.5±10.0a	61.6 ±55.5a	5.8±2.4a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	192.6 ±60.0a	59.3 ±17.8a	28.9±23.1a	42.5 ±35.1a	7.7±3.4a

หมายเหตุ : อักษร a, b แสดงว่าความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq0.05$)



ภาพที่ 32 ปริมาณเอ็มไอบีในเดือนที่ 7 และ 8 ของ treatmentที่ 4 ใส่ปุ๋ยและให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

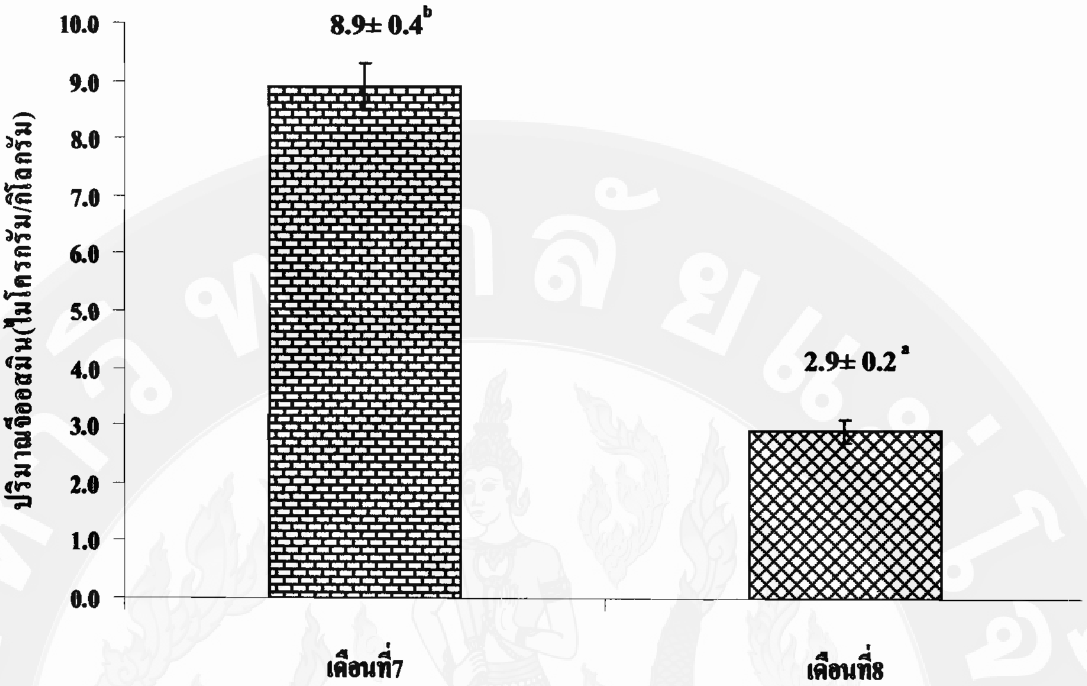
4.2ปริมาณสารประกอบจีออสมินในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวที่ให้อาหารต่างกัน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)

จากการศึกษาผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในการเลี้ยงปลานิลแดง โดย treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับ ทำการทดลอง 240 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณสารจีออสมินในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.9±8.3, 9.9± 2.3, 4.0±1.0 และ 11.8 ± 3.0 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหารมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p \geq 0.05$) ส่วนปริมาณจีออสมินในดินก้นบ่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 ±6.5, 10.9 ±4.6, 8.2 ±5.5 และ 14.9 ±5.1 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และปริมาณสารจีออสมินในเนื้อปลานิลแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.1±2.3, 7.9±7.8, 3.9±0.9 และ 5.9±0.7 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($p \geq 0.05$) ในบ่อที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับให้อาหาร 30 วัน มีปริมาณจีออสมินในเนื้อปลานิลแดงในเดือนที่ 8 ลดลงจากเดือนที่ 7 (67.42 %) (ภาพที่ 33) แสดงให้เห็นว่า การให้อาหารสามารถลดปริมาณจีออสมินลงได้

ตารางที่ 12 ปริมาณ Cyanophyta ,แอคติโนมัยซีสและปริมาณจีออสมินในน้ำ,ดินและเนื้อปลานิลแดง

Treatments	Cyanophyta ($\times 10^3$cell/มล.)	แอคติโนมัยซีส ($x10^3$cell /g น้ำหนักดินแห้ง)	สารประกอบจีออสมิน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)		
			น้ำ	ดิน	ปลา
ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง	567.4 ±310.8 a	58.8 ±8.2a	12.9±8.3b	7.2 ±6.5a	5.1±2.3a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง	334.8 ±168.6a	60.2 ±7.3a	9.9± 2.3b	10.9 ±4.6a	7.9±7.8a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง	220.7 ±82.4a	47.9 ±9.6a	4.0±1.0a	8.2 ±5.5a	3.9±0.9a
ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน	192.6 ±60.0a	59.3 ±17.8a	11.8 ± 3.0b	14.9 ±5.1a	5.9±0.7a

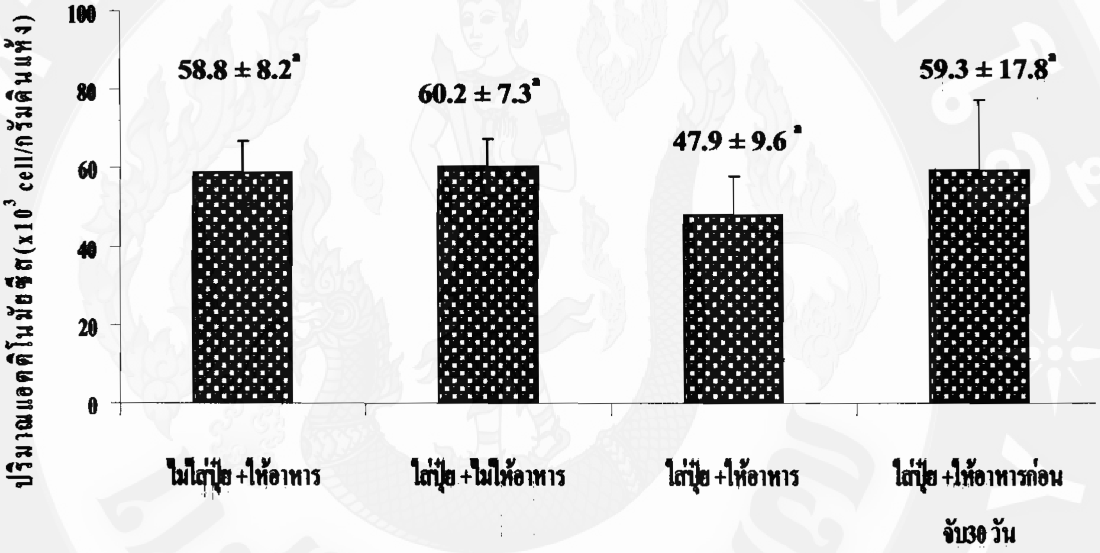
หมายเหตุ : อักษร a,b แสดงว่าความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 33 ปริมาณจีออสมินในเดือนที่ 7 และ 8 ของ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

5. ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลานิลที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

ปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลานิลโดยมี treatment ที่ทำการทดลอง ดังนี้ treatmentที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ตามลำดับพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.8 ± 8.2, 60.2±7.3, 47.9±9.6 และ 59.3±17.8 x10^3 เซลล์/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 34) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 34 แอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงใน treatment ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatment ที่ 2 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 3 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatment ที่ 4 ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และMIB) ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในระบบผสมผสานมีการใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติและมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มผลผลิต และสัตว์น้ำต้องการสารอาหารที่ครบถ้วนในการเจริญเติบโต Lovell (1978) โปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญที่สัตว์น้ำใช้เป็นแหล่งพลังงาน

จากผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตในปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวโดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (โปรตีน 35%) ที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม จะมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Lovell (1978) กล่าวว่า เมื่อปลากินอาหารจนอิ่ม ปลาสามารถได้รับพลังงานและสารอาหารครบถ้วน ปัจจัยที่มีผลต่อการรับอาหารในรอบวันได้แก่ อุณหภูมิ และขนาดปลา ร่วมทั้งคุณภาพน้ำอื่นๆ จากการทดลองของ Lovell (1977) ได้ทำการทดลองในปลา Channel catfish พบว่า อาหารที่ประกอบด้วย 35% โปรตีนและมีพลังงาน 3.1 กิโลแคลลอรี ต่อกรัม ที่อุณหภูมิ 28.9 องศาเซลเซียส ปลากินอาหารจนอิ่มที่ 3 %ของน้ำหนักตัว/วัน

จากผลการตรวจสอบปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาบึก พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืช กลุ่ม Cyanophyta ได้แก่ *Oscillatoria kawamurae, Microcystis aeruginosa,* และ *Merismopedia tenuissima.*ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Tabachek และ Yurkowski (1976); Lovell และ Broce, (1985); ชลอ (2536) กล่าวว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ประกอบด้วยสกุล *Anabena* sp., *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp., *Phormidium* sp. ส่วน Van Der Ploeg and Boyd (1991) กล่าวว่า ทั้งการสะสมของสารสร้างกลิ่นไม่พึงประสงค์ยังมาจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยเฉพาะสกุล *Anabena* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp. ถ้าในบ่อเลี้ยงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวนมาก ก็จะพบว่าความเข้มข้นของจีออสมินหรือเอ็มไอบีในน้ำก็จะมีความเข้มข้นที่สูงเช่นกัน

แอคติโนมัยซีสเป็นแบคทีเรียที่สร้างกลิ่นไม่พึงประสงค์ ชนิดของแอคติโนมัยซีสที่สร้างจีออสมินและเอ็มไอบี ได้แก่สกุล *Streptomyces* sp., *Nocardia* sp., *Actinomadura* sp. และ *Actinomycete* sp. (Tung, 2006 ; Jüttner and Watson, 2007) จากการทดลองพบปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่ออยู่ในช่วง 5.48-10.42 x10^{3} เซลล์/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีการสะสมของกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลาบึก ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Sugiura *et al.*(2000) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งของการเกิด

กลิ่นไม่พึงประสงค์จากแอคติโนมัยซีส ซึ่งเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่มีเส้นใยคล้ายเชื้อรา สามารถสร้างได้ทั้งสารจีออสมินและเอ็มไอบี และใช้สารอินทรีย์ที่ทับถมอยู่ในบ่อเลี้ยงเป็นอาหารช่วยในการเจริญเติบโต และ Tabachek และ Yurkowski (1976) พบว่าแหล่งของจีออสมินและเอ็มไอบีในน้ำส่วนมากมาจาก actinomycete

ปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลาบึก จากผลการทดลอง พบว่าในปลาบึกที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (โปรตีน 35%) ที่ให้อาหารอัตรา100 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีปริมาณเอ็มไอบีและปริมาณจีออสมินน้อยที่สุดในกลไกการสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์ในตัวปลา สร้างประกอบสามรถเข้าสู่ร่างกายโดยการพัดผ่านเข้าทางเหงือกและอาหารธรรมชาติ (วรพงษ์ ,2545) กรทิพย์ (2550)ได้ศึกษาการสะสมปริมาณจีออสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลา พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึ่งประสงค์เพิ่มมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ Lovell (1976) กล่าวว่าการควบคุมปริมาณอาหารที่ให้เหมาะสมและให้อาหารที่ดีมีของเสียเหลือน้อยที่สุด เพื่อป้องกันไม่ให้มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ทำให้เกิดกลิ่น

Schlenk (1994) กล่าวว่า ในธรรมชาติปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีการละลายเอ็มไอบี เมื่อดูดซึมเข้าสู่ร่างกายปลาสามารถกำจัดออกได้ด้วยการทำงานของเอนไซม์ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส รูปแบบ CYP 1A ในเซลล์ตับ โดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารไม่มีขั้วให้อยู่ในรูปของสารมีขั้ว และกำจัดออกจากร่างกาย

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า การสะสมของกลิ่นไม่พึงประสงค์มีมากในหน่วยการทดลองที่ให้อาหารน้อย(ที่ไม่ให้อาหารและให้อาหาร50 ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม) โดยการสะสมในเนื้อปลาเกิดจากการกินอาหารธรรมชาติที่มีสาหร่ายและแอคติโนมัยซีสที่สร้างกลิ่นโคลน นอกจากนี้ การพบปริมาณเอ็มไอบีต่ำในหน่วยการทดลองที่ให้อาหารกินจนอิ่ม เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส รูปแบบ CYP 1A ในเซลล์ตับ

งานทดลองที่ 2: ผลของการให้อาหารต่อการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในปลานิลแดง

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลได้มีการวิจัย พบว่าปลานิลมีความต้องการโปรตีน 25-30% ไขมัน 6-8 % ปริมาณเยื่อใย ไม่เกิน 8- 12% และเถ้า ไม่เกิน 12% Jauncey (2000) ปลานิลสามารถใช้อาหารธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอนพืช พืชน้ำ สัตว์ขนาดเล็ก ตะกอนสารอินทรีย์ Lim (1989) และ จากการศึกษาการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง พบว่า ปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยงมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Whangchai (2008) รายงานว่า การใส่

ปุ๋ยสามารถเพิ่ม ADG ของปลานิล ทั้งนี้ปุ๋ยมีส่วนสร้างอาหารธรรมชาติ Boyd (1982) และ Lovell (1988) กล่าวว่า เมื่อปลากินอาหารจนอิ่ม ปลาสามารถได้รับพลังงานและสารอาหารครบถ้วน ปัจจัยที่มีผลต่อการรับอาหารในรอบวันได้แก่ อุณหภูมิ และขนาดปลา ร่วมทั้งคุณภาพน้ำอื่นๆ

การศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในบ่อเลี้ยง($P\geq0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับยนต์ (2539) กล่าวว่า คลอโรฟิลล์- เอ หรือแพลงก์ตอนพืช สามารถเจริญเติบโตได้ดี หรือมีปริมาณสูงในน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็จะมีทำให้เกิดปัญหาการขาดออกซิเจนในน้ำ ในช่วงกลางคืนหรือเช้ามืด มั่นสิน และไพพรรณ (2536) กล่าวว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสในน้ำของบ่อเลี้ยงปลา ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 มิลลิลิตร/ลิตร ส่วนไมตรี และจารุวรรณ (2538) กล่าวว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเป็นค่าที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง แต่เป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชและสาหร่าย

จากผลการตรวจสอบปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลานิล พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืช กลุ่ม Cyanophyta ได้แก่ *Oscillatoria Kawamurae*, *Microcystis aeruginosa*, *Cylindrospermopsis* sp., *Merismopedia tenuissima*, *Anabaena affinis*, *Gloeocapca* sp., และ *Choococus* sp. ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Tabachek และ Yurkowski (1976); Lovell และ Broce, (1985); ชลอ (2536) กล่าวว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ประกอบด้วยสกุล *Anabena* sp., *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp., *Phormidium* sp. ส่วน Van Der Ploeg and Boyd (1991) กล่าวว่า ทั้งการสะสมของสารสร้างกลิ่นไม่พึงประสงค์ยังมาจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยเฉพาะสกุล *Anabena* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp. ถ้าในบ่อเลี้ยงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวนมาก ก็จะพบว่าความเข้มข้นของจีออสมินหรือเอ็มไอบีในน้ำก็จะมีความเข้มข้นที่สูงเช่นกัน

แอคติโนมัยซีสเป็นแบคทีเรียที่สร้างกลิ่นไม่พึงประสงค์ ชนิดของแอคติโนมัยซีสที่สร้างจีออสมินและเอ็มไอบี ได้แก่สกุล *Streptomyces* sp., *Nocardia* sp., *Actinomadura* sp. และ *Actinomycete* sp. (Tung, 2006 ; Jüttner and Watson, 2007) จากการทดลองพบปริมาณแอคติโนมัยซีสในดินพื้นบ่ออยู่ในช่วง 47.9 -60.2 x10^3 เซลล์/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีการสะสมของกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลาบึก ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Sugiura *et al.*(2000) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งของการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากแอคติโนมัยซีส ซึ่งเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่มีเส้นใยคล้ายเชื้อรา สามารถสร้างได้ทั้งสารจีออสมินและเอ็มไอบี และใช้สารอินทรีย์ที่ทับถมอยู่ในบ่อเลี้ยงเป็นอาหารช่วยในการเจริญเติบโต และ Tabachek และ Yurkowski (1976) พบว่าแหล่งของจีออสมินและเอ็มไอบีในน้ำส่วนมากมาจาก actinomycete และ Sivonen (1982) กล่าวว่า ปริมาณของเสียที่สะสมในพื้นบ่อมีมากกว่า ซึ่งสภาวะที่ธาตุอาหารมาก และมีระบบจัดการที่ไม่ดี ทำให้มีการสะสมของธาตุอาหาร

โดยเฉพาะฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่พื้นก้นย่อ ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พื้นบ่อจึงทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์มากกว่าในน้ำ

การศึกษาปริมาณสารประกอบที่ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลา พบว่าปริมาณสารเอ็มไอบีในเนื้อปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง (T3) มีปริมาณน้อยที่สุด และ จากการศึกษาการให้อาหารเป็นเวลา 30 วันก่อนการจับแล้วทำการศึกษาปริมาณกลิ่นไม่พึงประสงค์ พบว่าปริมาณสารจีออสมินในเนื้อปลานิลแดงปริมาณลดลง (67.42 %) ซึ่งสอดคล้องกับ วิทยา (2551) กล่าวว่าความเข้มข้นของสารจีออสมินและเอ็มไอบีในปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อที่ใส่มูลไก่ร่วมกับการให้อาหารมีค่าต่ำกว่าปลานิลแดงที่ไม่ให้อาหาร

Klausen et al. (2004) ได้ศึกษาปริมาณจีออสมินและเอ็มไอบีที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีส ในแหล่งน้ำที่นำมาเลี้ยงปลาเทราท์ ในประเทศเดนมาร์ค พบปริมาณสารจีออสมิน 2 นาโนกรัม/ลิตร และสารเอ็มไอบี 9 นาโนกรัม/ลิตร และจะเพิ่มสูงขึ้นในน้ำเลี้ยงเท่ากับ 55 และ 100% ตามลำดับ Robertson et al. (2006) กล่าวว่า ได้ตรวจสอบสารจีออสมินในฟาร์มปลาเทราท์ในประเทศอังกฤษ พบว่า มีปริมาณจีออสมินในหน้าร้อนประมาณ 25 นาโนกรัม/ลิตร และมีการสะสมในตัวปลาถึง 1-3 นาโนกรัม/กิโลกรัม Van Der Ploeg และ Boy (1991) ได้ทำการตรวจสารจีออสมินที่มหาวิทยาลัย Auburn ในบ่อที่มีการบลูมของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พบว่า มีปริมาณสารจีออสมินเฉลี่ย 4.77 นาโนกรัม/ลิตร กรทิพย์ (2550) ได้ศึกษาการสะสมปริมาณสารจีออสมินในเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวพบว่าปลาที่ได้รับอาหารจะมีปริมาณสารจีออสมินที่ต่ำกว่าที่ไม่ให้อาหาร ส่วน Rungreungwudhikrai (1995) พบว่าปลานิลจากบ่อเลี้ยงในภาคกลางมีความเข้มข้นของสารกลิ่นโคลนในเนื้อที่สูง เมื่อใช้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับการใช้ปุ๋ยในบ่อ โดยบ่อที่ใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลให้ความเข้มข้นของสารกลิ่นโคลนในเนื้อปลาสูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ สาวนบ่อที่ให้อาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว พบว่ามีผลให้สารกลิ่นโคลนในเนื้อ

Schlenk (1994) กล่าวว่า ในธรรมชาติปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีการละลายเอ็มไอบี เมื่อดูดซึมเข้าสู่ร่างกายปลาสามารถกำจัดออกได้ด้วยการทำงานของเอนไซม์ ไซโตโครม พี 450 โมโนออกซิจิเนส รูปแบบ CYP 1A ในเซลล์ตับ โดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารไม่มีขั้วให้อยู่ในรูปของสารมีขั้ว และกำจัดออกจากร่างกาย

จากการศึกษาครั้งนี้จะพบว่าการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปช่วยให้ลดการสะสมสารจีออสมินและเอ็มไอบีในตัวสัตว์น้ำ แต่ไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ จึงต้องอาศัยการจัดการภายในบ่อร่วมด้วย เช่น ควรพิจารณาอัตราส่วนในการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ การเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในบ่อควบคู่กันไปก็จะทำให้สัตว์น้ำลดความเสี่ยงต่อการสะสมสารจีออสมิน และเอ็มไอบีได้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

1. การเลี้ยงปลาบึก ด้วยระบบน้ำเขียวร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป โปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 150 วัน พบว่า ปลาบึกที่ให้อาหารในอัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด (p<0.05) และมีการสะสมของสารเอ็มไอบีและจีออสมินได้น้อยที่สุด (p<0.05)

2.การเลี้ยงปลานิลแดงโดยมีการใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ในเวลา 240 วัน พบว่า ปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด (p<0.05) และมีสะสมของสารเอ็มไอบีและจีออสมินน้อยที่สุด (p<0.05) แต่ปลานิลแดงที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน พบว่า มีปริมาณเอ็มไอบีและจีออสมินลดลง 22.5 และ 67.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ในการเลี้ยงปลาบึกด้วยระบบเลี้ยงน้ำเขียว จะสามารถลดต้นทุน ในการผลิตปลาบึกเชิงพาณิชย์ได้

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2548. **การเพาะเลี้ยงปลานิล**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fisheries.go.th/it -network/knowledge/type%20of%20fish/typeoffish.htm (15 ธันวาคม 2551).

กรทิพย์ กันนิการ์. 2550. **การสะสมของกลิ่นโคลนในเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 130 น.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2539. แนวทางการเพาะปลาบึกและปลาตูหนาในบ่อดิน. ใน **รายงานการวิจัย สำนักงานวิจัยและส่งเสริมการเกษตร.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. **หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 229 น.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2548. **การเพาะเลี้ยงปลาบึกเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน**. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 152 น.

เข็มชาติ นิ่มสมบูรณ์ , ยงยุทธ ทักษิณ และเกียรติคุณ เจริญสวรรค์. 2530. การเพาะพันธุ์ปลาบึกที่เลี้ยงในกระชัง. น. 30-33. ใน **รายงานประจำปีสถานีประมงน้ำจืดนครสวรรค์.** กองประมงน้ำจืด กรมประมง.

จินดาวรรณ สิรันทวิเนติ. 2550. **โครงสร้างของเซลล์และการลำเลียงสาร**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 120 น.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2536. แนวทางการเลี้ยงกุ้งหน้าฝน. **อะควาฟาร์มมิ่ง** 5: 30-36.

ทวีทรัพย์ ศรีนาค. 2542. **การกำจัดกลิ่นโคลนในปลานิล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

ธีรพัฒน์ ทองคำ. 2530. การเลี้ยงปลาบึกในกระชัง. 14 น. ใน **รายงานผลการทดลอง.** องค์วิชาการและทดสอบเคมี ฝ่ายเคมีและวิเคราะห์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

นิวุฒิ หวังชัย. 2550. การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการจัดการผลผลิตปลานิลที่เลี้ยงแบบหนาแน่น บริษัท เอ็น เอส เนเจอร์รัล ฟาร์มมิ่ง จำกัด จังหวัดเชียงราย. 89 น. ใน **รายงานผลการวิจัยโครงการร่วมระหว่าง บริษัท เอ็น เอส เนเจอร์รัล ฟาร์มมิ่ง จำกัด จังหวัดเชียงรายและคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.** จังหวัดเชียงใหม่.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. 2540. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาบึก. **การประมง.** 50(6): 441-457.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 115 น.

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำกับการกำลังการผลิตของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 180 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. **แพลงค์ตอนพืช.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 787 น.

วรพงษ์ นลินานนท์.2545. **การกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล.** วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.124 น.

วรพงษ์ นลินานนท์, มยุรี จัยวัฒน์, นงนุช รักสกุลไทย และ จิราวรรณ แย้มประยูร. 2545. การกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล. 85-92 น. ใน **การสัมมาวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิทยา ทาวงศ์. 2551. **การลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลานิลแดง (*Oreochromis* sp.)ที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. 130 น.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. คณะเทคโนยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ. 72-104.

เสน่ห์ ผลประสิทธิ์และสนิท ทองสง่า. 2535. 46 น. ชีววิทยาบางประการของปลาบึก.ใน **เอกสารวิชาการ** 12 . 46 น.

เสน่ห์ ผลประสิทธิ์และภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. 2540. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาบึก. 19 น. ใน **เอกสารวิชาการ** กรมประมง. กรุงเทพมหานคร.

อนันต์ หาญประสิทธิ์คำและชัยศิริ ศิริกุล.2528. **การทดลองเลี้ยงปลาบึกในกระชัง.** 56- 59 น. ใน รายงานประจำปี. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครราชสีมา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .

APHA (American Public Health Association). 1980. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.** 15 th ed. Washington DC: American Public Health Association. 1134 p.

Burlingame, G. A., Dann, R. M. and Brock, G. L. 1986. **A Case-Study of Geosmin in Philadelphia Water.** Journal American Water Works Association 78(3): 56-61.

Casey, C. G., Steven, W.L. and Paul, V.Z. 2004. **Instrumental Versus Sensory Detection of Off-Flavors in Farm-Raised Channel Catfish.** Aquaculture. 236: 309-319.

Cees, B., Zoeteman, J. and Piet, G.J.. 1974. **Cause and Identification of Taste and Odour Compounds in Water.** The Science of the Tatal Environment 3 (1): 103-115.

Clark, K.E., Gobas, A.P.C. and Mackay, D. 1990. **Model of Organic Chemical Luptake and Clearance by Fish from Food and Water.** Environmental Science and Technology 24, 1203–1213.

Devlin, T.M. 1992. **Textbook of Biochemistry with Clinical Correlation.** A John-Wiley and Son. Inc New York. 1185 p.

Elhadi, S. L. N., Huck, P. M. and Slawson, R. M. 2003. **Removal of Earthy/Musty Odour Compounds by Biological Filtration: Temperature and Media Effects.** Proceeding of AWWA WQTC conference. New York: AWWA.

Friedrich, J. and Watson, S.B. 2007. **Biochemical and Ecological Control of Geosmin and 2-Methylisoborneol in Source-Waters.** New York: American Society for Microbiology.

Form, J. and Horlyck, V. 1984. **Site of Uptake Geosmin a Cause of Earthy-Flavor in Rainbow Trout.** Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41:1224-1226.

Grimm, C. C., Steven, W.L. and Paul, V.Z.. 2004. **Instrumental Versus sensory Detection of Fff-Flavors in Farm-Raised Channel Catfish.** Aquaculture 236(1-4): 309-319.

Jauncey, K.. 2000. **Nutrional Requirement.** In: Beveridge, M.C.M., McAndrew, B.J. (Bds.), Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic Publishers,London,UK, pp.327-375

Johnsen, P.B. and Lloyd, S. W. 1992. **Influence of Fat Content on Uptake and Depuration of the Off-Flavor 2-Methylisoborneol by Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*).** Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49 : 2406-2411.

Johnsen, P.B. and Dionigi, P.C. 1994. **Effect of Temperature on Uptake and Depuration of 2-Methylisoborneol in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*).** J. World Aqua. Soc. 27(1): 15-20.

Kim, B.H., Choi, M.K., Chung, Y.T., Lee, J.B. and Wui, I.S. 1997. **Blue-Green Alga *Microcystis aeruginosa* Kütz. in Natural Medium.** Environmental Contamination and Toxicology 59: 35-43.

Klausen, C., Jorgensen, N.O.G., Nybroe, O., Strobel, B.W., Nielsen, J.L., Warnecke, F. 2004, **Occurrence of Actinomycetes and Geosmin in Freshwater Aquacultures in Denmark.** Poster N-065.

Lalezary, S., Pirbazari, M. and McGuire, M. J. 1986. **Oxidation of 5 Earthy Musty Taste and Odor Compounds.** Journal American Water Works Association 78(3): 62-69.

Lim, C. 1989. **Practical Feeding-Tilapia.** In: Lovell,T. (Ed.), Nution and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold,New York,NY, pp. 163-183.

Lovell, R. T. 1934. **Fish Feeing Experiments.** Nution and feeding of fish.The United States of Amarica.141 p.

Lovell, R. T. 1976. **Flavor Problems in Fish Culture.** FAO. Technical conference on Aquacukture, Kyoto, Japan. 9 p.

Lovell, R.T. and Stickney R.R.. 1977. **Nutrition and Feeding of Channel Catfish.** So. Coop. Bull. 218.

Lovell, R.T. 1978. **Dirtary Phosphorus Requirement of Channel Catfish.** Trans. Am. Fish. Soc. 107:617-621.

Lovell, R.T. and Broce, D. 1985. **Cause of Musty Flavor in Pond Culture Penaeid Shromp,** Aquaculture penaeid shrimp. Aquaculture 50: 169-174.

Martin, J.F., McCoy, C.P., Greenleaf, W. and Bennett, L.W. 1987. **Analysis of 2-Methylisoborneol in Water, Mud and Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) from Commercial Culture Ponds in Mississippi.** Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 909-912.

Martin, J.F., Plakas, M.S., Holley, H.J., Kitzman, J.V. and Guaino, A.M. 1990. **Pharmacokinetics and Tissue Disposition of the Off-Flavor Compound 2-**

Methylisoborneol in the Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). Can. J. Fish. Aqua. Sci. 47: 544-547.

Persson, P.E. 1980. **Sensory Properties and Analysis of Two Muddy Odour Compounds Geosmin and 2-Methylisoborneol in Water and Fish.** Water Research 14: 1113-1118.

Persson, P.E. 1982. **Muddy Odor: a Problem Associated with Extreme Eutrophication.** Hydrobiologia 89: 161.

Pei, P. 2003. **Methyl Isoborneol (MIB) and Geosmin Removal During Ozone – Biofiltration Treatment.** Master's thesis , University of Arizona state.

Rashash, D. M. C., Dietrich, A. M. and Hoehn, R. C. 1997. **FPA of Selected Odorous Compounds.** Journal American Water Works Association 89 (4):131-141.

Rungreungwudhikrai, E. 1995. **Characterization and Classification of Off-Flavor of Nile Tilapia.** Bangkok:M.S. Thesis no. AE-95-24. Asian Institute of technology. 110p.

Schlenk, D. 1994. **The Effect of 2-Methylisoborneol on Cytochrome P450 Expression in the Channel Catfish *(Ictularus punctatus)*.** Aquaculture 120: 33-44.

Schlenk, D.,Ronis J.J., Miranda, C. And Buhler, D.R. 1994. **Effect of 2-Methylisoborneol (MIB), and Ethanal on the Expression and Activity of Cytochrome P450s from the Channel Catfish *(Ictularus punctatus)*.** J.Fish Biol. 46: 282-291.

Shutrirung, A. 2005. **Pesticide Reduction Technology "Isolation and Identificantion of Endophytic Actinomycestes" JICA Training program 26 September to 25 October 2005.** Chiang Mai University: Faculty of Science. 26 p.

Sivonen, K. 1982. **Factor Influencing Odor Production by Actinomycetes.** Hydrobioloia. 86: 165-170.

Suffet, I. H. 1996. **AWWA Taste and Odor Survey.** J. Am. Water Works Ass. 88(4):168.

Sugiura, N. and Nakano, K., 2000. **Causative Microorganisms for Musty Odor Occurrence in the Eutrophic Lake Kasumigaura.** Hydrobiologia 434:145-150.

Tanchotikul, U. 1990. **Studies on Important Volatile Flavor Compounds in Louisiana Rangia Clam (*Rangia cuneata*).** Doctoral dissertation. Louisiana State University. 96 p.

Van Der Ploeg, M. and C.E. Boyd. 1991. Geosmin production in cyanobacteria (blue green algae) in fish pond at Auburn, Alabama: Journal of the World Aquaculture Society 22(4): 207-216.

Tabachek, J.L. and Yurkowski, M. 1976. **Isolation and Identification of Blue-Green Algae Producing Muddy Odometabolites and 2-Methylisoborneol in Saline Lake in Monitoba**. Fish Res. Board Can. 33: 25-35.

Tucker, C.S., 2000. Off-flavorproblemsinaquaculture. Rev. Fish. Sci.8, 45–88.

Van Der Ploe, M. and Boyd. C.E. 1991. **Geosmin Production in Cyanobacteria (Blue Green Algae) in Fish Pond at Auburn, Alabama.** J. of the World Aquaculture Society 22 (4): 207-216.

Whangchai, N., Kannika, K., Deejing, S.,Tomoaki, I., Notio, I., Takashi, K. and Peerapornpisal, Y.. 2008. **Growth Performance and Accumulation of Off-Flavor in Red Tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mosambicus*, Cultured by Green Water System Using Chicken Manure**. Asian Environmental Research, NO.1 (2008) :8-16.

Wnorowski, A. U. 1992. **Tastes and Odors in the Aquatic Environment - a Review**. Water Sa, 18 (3): 203-214.

Yamprayoom, J. and Noomhorm, A. 2000. **Geosmin and Off-Flavor in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. J. of Aquatic product technology 9(2): 29-41.

Yurkowski, M. and Tabachek, J.L. 1974. **Identification Analysis and Removal of Geosmin from Muddy Flavored Trout**. J. Fish. Res Board. Can. 31: 1851-1858.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

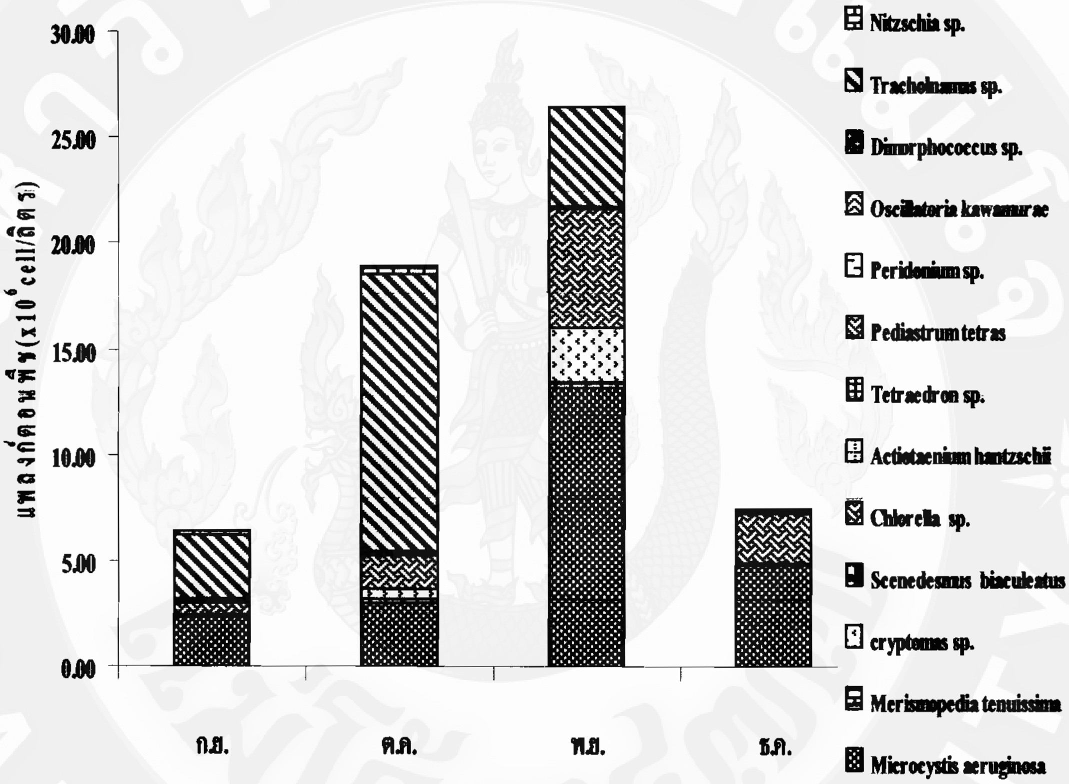
ภาคผนวก ก

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

การทดลองที่ 1: ผลของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และ MIB) ในปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว

1.ความหลากหลายและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

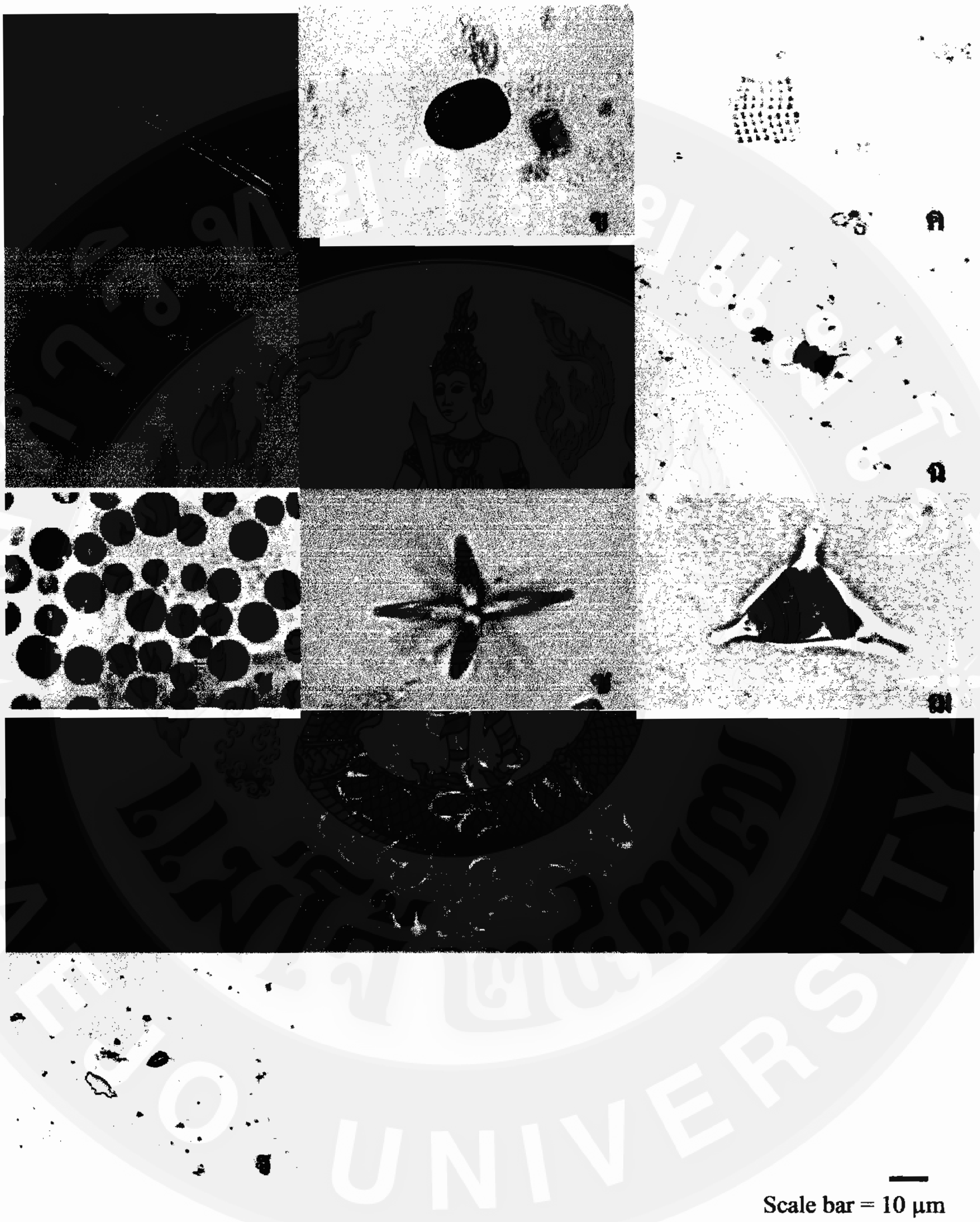


ภาพภาคผนวกที่ 1 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

ตารางผนวกที่ 1 แพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละเดือนในบ่อปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน

ชนิดของแพลงก์ตอนที่พบ	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
Div. Chlorophy				
Scenedesmus biaculeatus	/	/	/	x
Chlorella sp.	/	/	/	/
Actinium hantzsch	/	/	X	/
Tetraedron sp.	x	/	X	/
Pediastrum tetras	/	/	/	/
Dimorphococcus sp.	/	x	/	/
รวม 6 species	5	6	4	5
Div. Cyanophyta				
Microcystis aeruginosa	/	/	/	/
Merismopedia tenuissima	/	/	/	/
Oscillatoria kawamurae	/	x	x	/
รวม 3 species	3	2	2	3
Div. Chysophyta				
Nitzschia sp.	/	/	/	/
รวม 1 species	1	1	1	1
Div. Crytophyta				
cryptomas sp.	/	/	/	/
รวม 1 species	1	1	1	1
Div. Euglenophyta				
Trachelomonas sp.	/	/	/	/
รวม 1 species	1	1	1	1
Div. Pyrrophyta				
Peridinium sp.	/	x	/	/
รวม 1 species	1	0	1	1

หมายเหตุ :X= ไม่พบ และ /= พบ

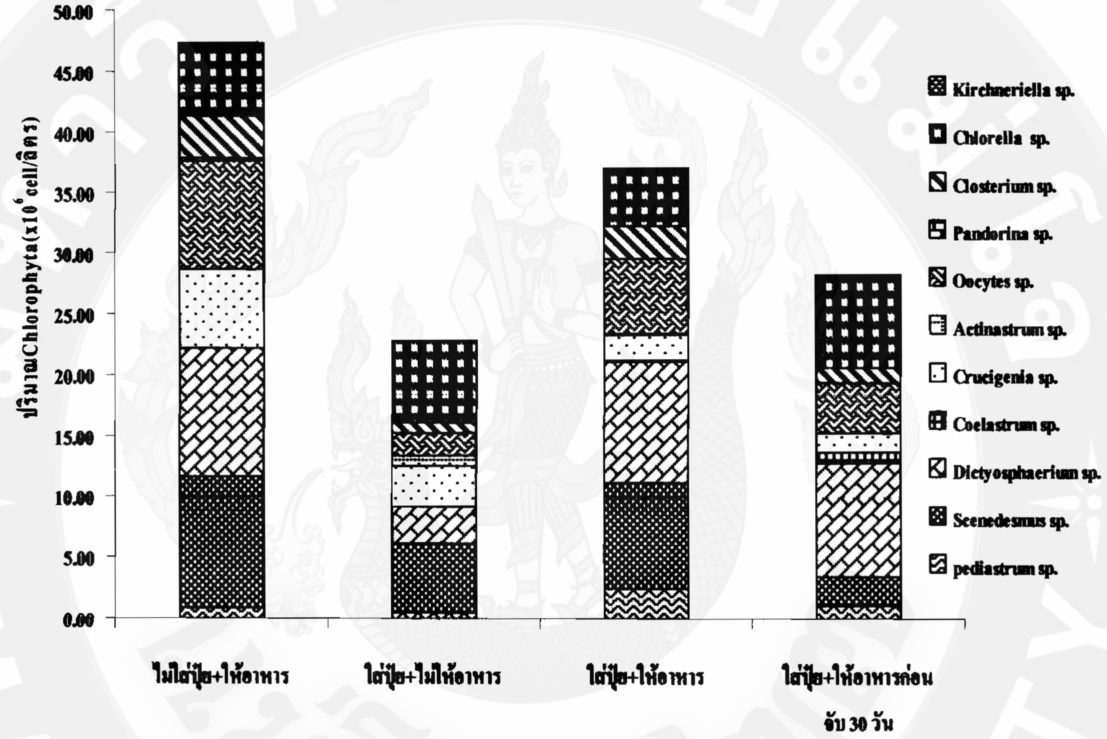


ภาพภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างของแพลงก์ตอนพืชที่พบภายในบ่อทดลอง

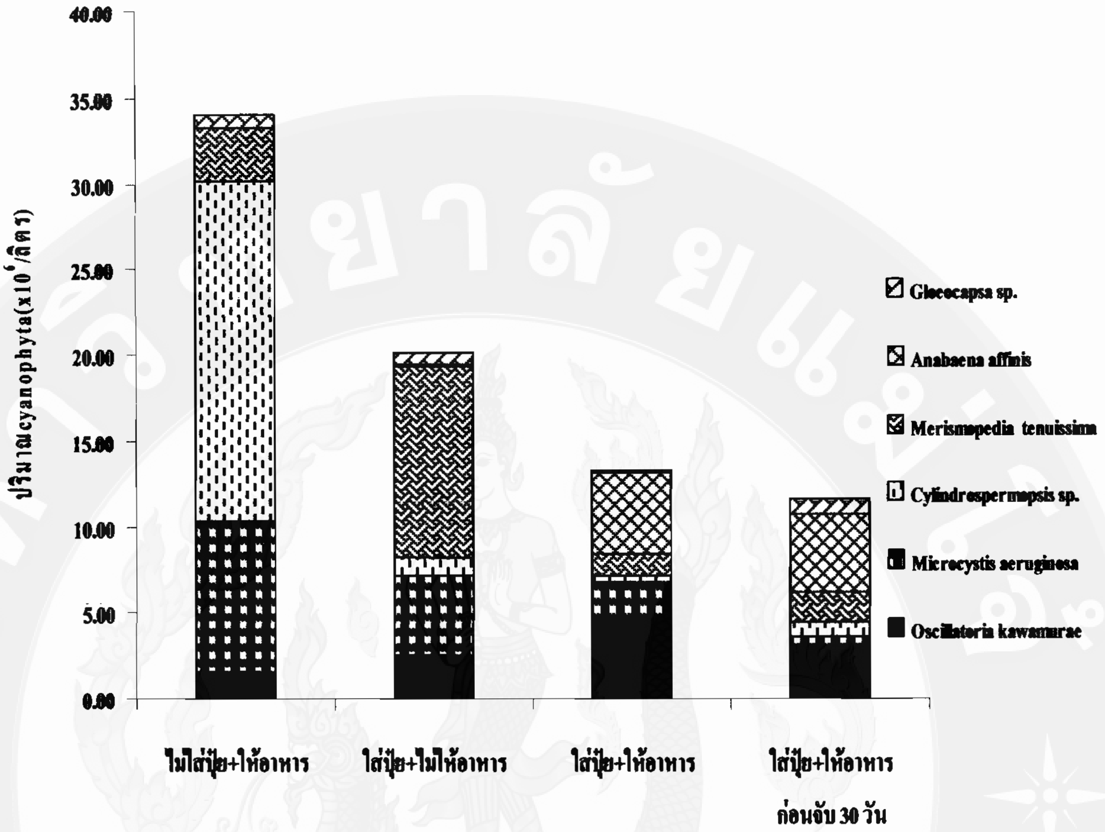
ก= *Oscillatoria kawamurae* , ข= *Trachelomonas* sp., ค= *Merismopedia tenuissima* Lemmermann ง = *Microcystis aeruginosa*, จ = *Peridinium* sp., ฉ=*Scenedesmus biacluedatus* (Hannsg.) Chord. ช=*Chlorella* sp., ซ= *Actinium hantzsch* Lagerheim , ฌ=*Tetraedon sp.,* ญ=*Pediastrum tetras* Ehrenberg, ฎ=*Dimorphococus* sp., ฏ=*Nitzschia* sp., ฐ=*Cryptomas* sp.

งานทดลองที่ 2 : ผลของการให้อาหารต่อลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Geosmin และMIB) ในปลานิลแดง

1. ปริมาณและชนิดแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลานิลแดงที่ให้อาหารต่างกัน



ภาพภาคผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta ในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงในtreatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน



ภาพภาคผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta ในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงในtreatmentที่ 1ไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 2ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง treatmentที่ 3ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ treatmentที่ 4ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

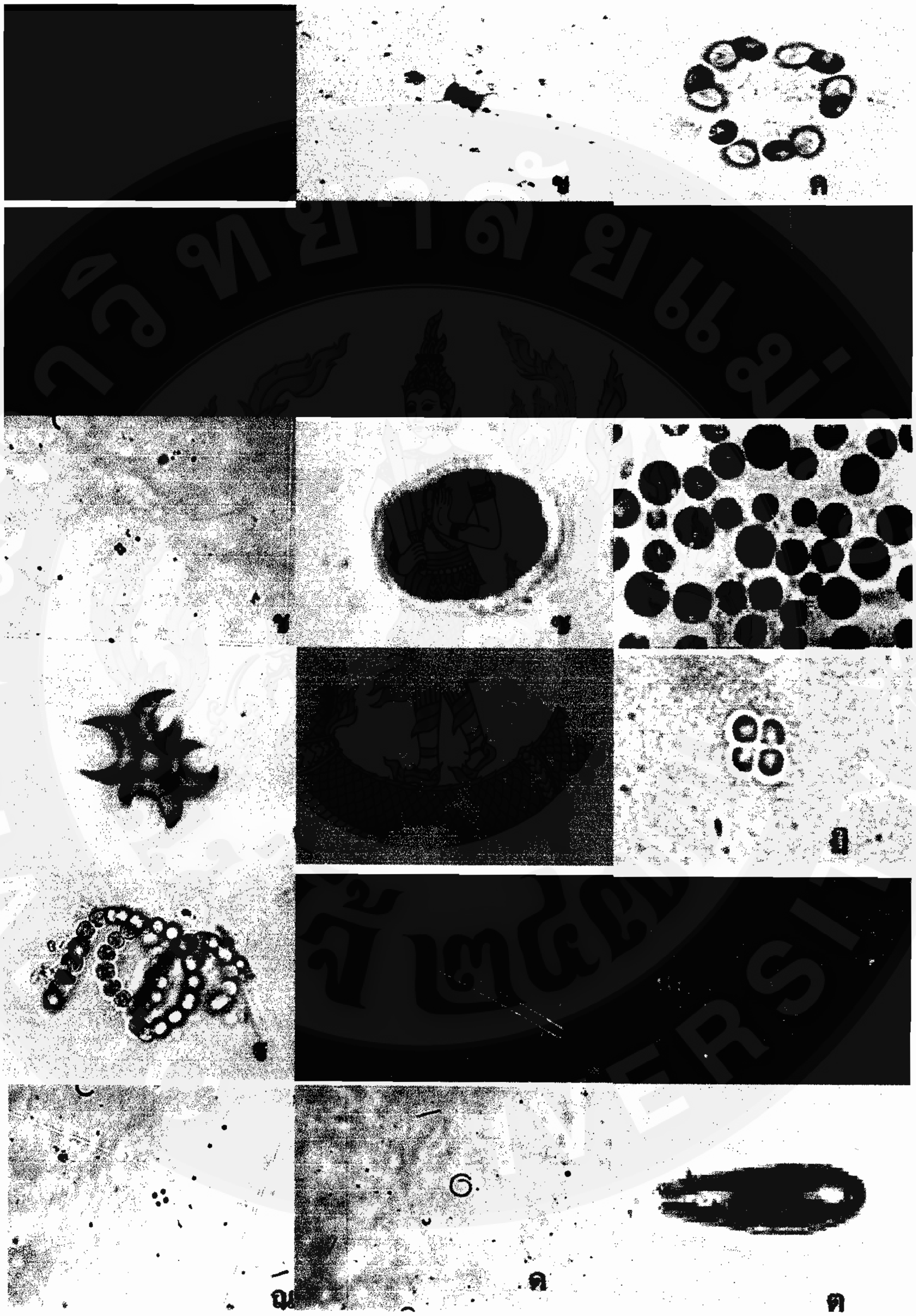
ตารางภาคผนวกที่ 2 จำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง, ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง, ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน

ชนิดของสาหร่ายที่พบ	**จำนวนที่พบ (x 10^3เซลล์/มิลลิลิตร)**			
	ไม่ใส่และปุ๋ยให้อาหาร	**ใส่ปุ๋ยและไม่ให้อาหาร**	**ใส่ปุ๋ยและให้อาหาร**	**ใส่ปุ๋ยและให้อาหารก่อนจับ 30 วัน**
Div. Chlorophyta				
Pediastrum sp.	/	/	/	/
Scenedesmus sp.	/	/	/	/
Dictyosphaerium sp.	/	/	/	/
Coelastrum sp.	x	x	/	/
Crucigenia sp.	/	/	/	/
Actinastrum sp.	/	/	/	/
Oocytes sp.	/	/	/	/
Pandorina sp.	/	/	x	x
Closterium sp.	/	/	/	/
Chlorela sp.	/	/	/	/
Kirchneriella sp.	/	/	/	/
รวม 11 species	10	10	10	10
Div. Cyanophyta				
Microcystis aeruginosa	/	/	/	/
Anabaena affinis	/	/	/	/
Oscillatoria Kawamurae	/	/	/	/
Merismopedia tenuissima	/	/	/	/
Gloeocapsa sp.	x	x	x	x
Cylindrospermopsis sp.	/	/	/	/
รวม 7 species	6	6	6	6

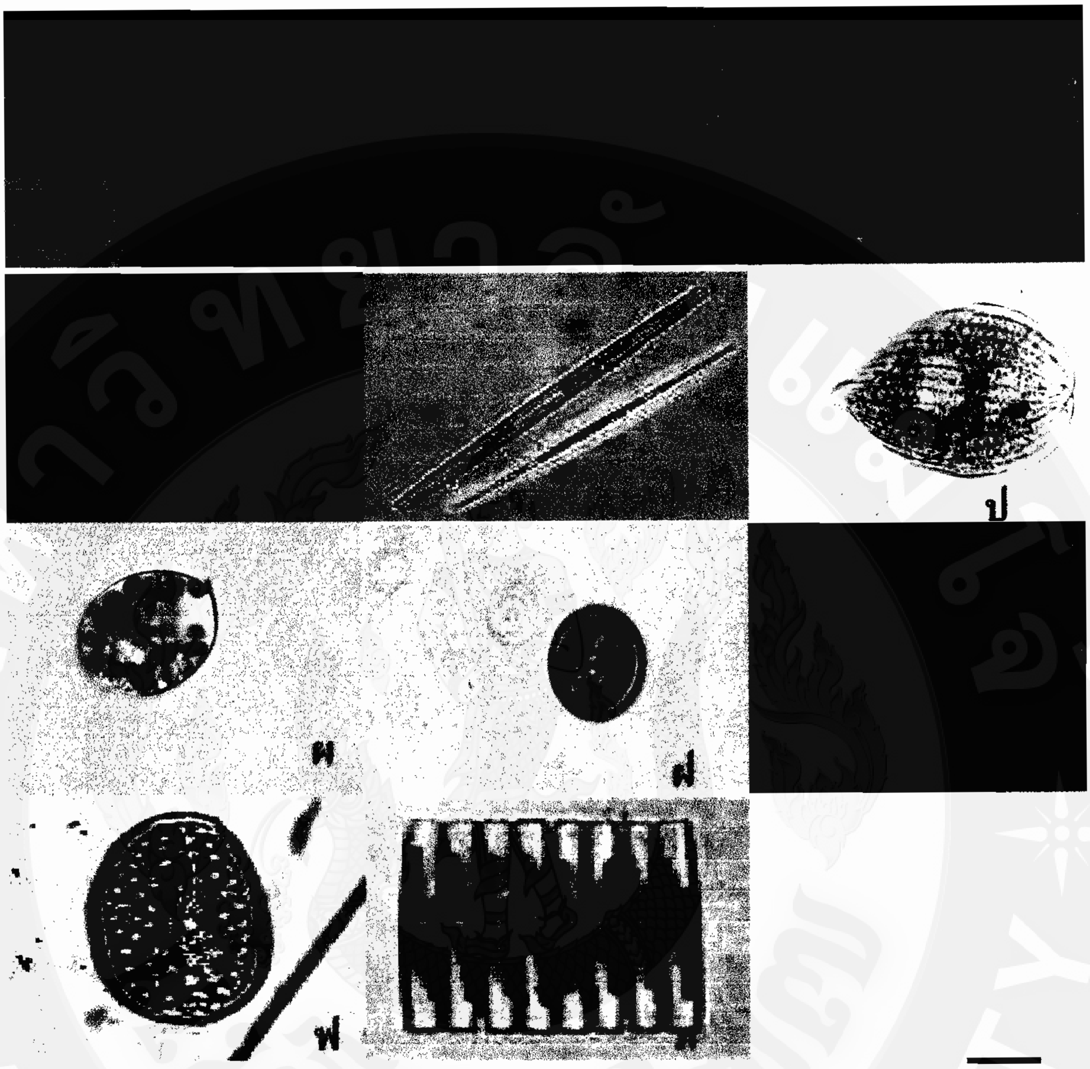
ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายที่พบ	จำนวนที่พบ (x 10^3 เซลล์/มิลลิลิตร)			
	ไม่ใส่ปุ๋ยให้อาหาร	**ใส่ปุ๋ยไม่ให้อาหาร**	**ใส่ปุ๋ยให้อาหาร**	**ใส่ปุ๋ยให้อาหารก่อนจับ 30 วัน**
Div. Bacillariophyta				
Gomphonema sp.	/	/	/	/
Navicula sp.	/	/	/	/
Melosira sp.	/	/	/	/
Cymbella sp.	/	/	/	/
Nitzschia sp.	/	/	/	/
Fragilaria sp.	/	/	/	x
Synedra sp.	/	/	/	/
รวม 7 species	7	7	7	7
Div. Euglenophyta				
Phacus longicauda	/	/	/	/
Euglena sp.	/	/	/	x
Trachelomonas sp.	/	/	/	x
รวม 3 species	3	3	3	1
Div. Pyrrophyta				
Peridinium sp.	/	x	/	x
รวม 1 species	1	0	1	0
Div. Cryptophyta				
Cryptomonas sp.	/	/	/	x
รวม 1 species	1	1	1	0

***หมายเหตุ** / = ไม่พบ และ x = พบ



Scale bar = 10 µm



ภาพผนวกที่ 5 ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่พบภายในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อไม่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง, ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่ให้อาหารตลอดการเลี้ยง,ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารตลอดการเลี้ยง และ ใส่ปุ๋ยร่วมกับการให้อาหารก่อนจับ 30 วัน ก=*Pediastrum* sp., ข=*Scenedesmus* sp.,ค =*Dictyosphaerium* sp., ง =*Coelastrum* sp., จ= *Crucigenia* sp., ฉ= *Actinastrum* sp., ช= *Oocytes* sp., ซ= *Pandorina* sp., ฌ=*Chlorela* sp., ญ= *Kirchneriella* sp., ฎ= *Microcystis aeruginosa*, ฏ= *Chroococcus* sp., ฐ= *Anabaena affinis*, ฑ= *Oscillatoria kawamurea*, ฒ=*Merismopedia tenuissima*, ณ= *Gloeocapsa* sp., ด= *Cylindrospermopsis* sp., ต= *Gomphonema* sp., ถ = *Navicula* sp., ท= *Melosira* sp., ธ= *Cymbella* sp., น= *Nitzschia* sp., บ= *Synedra* sp., ป=*Phacus longicauda*, ผ= *Euglena* sp. ฝ= *Trachelomonas* sp., พ= *Peridinium* sp., ฟ= *Cryptomonas* sp., ภ= *Fragilaria* sp.

ภาคผนวก ข

เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง และการเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง และการเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอน

เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

ลัดดา (2542) ถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน ซึ่งถุงเก็บแพลงก์ตอนก็มีหลายประเภท ดังต่อไปนี้

1) ถุงกรองแบบมาตรฐาน ปากถุงทำด้วยห่วงโลหะปลอดสนิม รูปกลมและมีห่วงที่ปากถุงสำหรับผูกเชือกเพื่อการลาก ผ้าที่ใช้ทำถุงกรองแพลงก์ตอน (plankton guaze) มีตาขนาดต่างกันตามขนาดของแพลงก์ตอน ที่ต้องการเก็บก้นถุงเป็นขวดสำหรับรวบรวมตัวอย่างแพลงก์ตอนเรียกว่าขวดหรืออาจดัดแปลงทำเป็นก๊อกปิดเปิดสำหรับปล่อยตัวอย่างแทนก็ได้

2) ถุงบองโก (Bongo net) เป็นถุงเก็บแพลงก์ตอน 2 ถุง อยู่ติดกันนิยมใช้เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ ขนาดตาของถุงขึ้นอยู่กับขนาดของชนิดแพลงก์ตอนที่ต้องการเก็บ ส่วนใหญ่ใช้ขนาดตา 330 หรือ 500 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของปากถุงประมาณ 60 เซนติเมตร ความยาวของถุงประมาณ 180 เซนติเมตร

3) ถุงเก็บแพลงก์ตอนสำหรับการลากในแนวดิ่ง เป็นถุงที่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะกับการวางถุงในแนวตั้ง โดยตัวถุงด้านบนเป็นรูปกรวยคว่ำเข้าหากัน ส่วนนี้ทำด้วยผ้าหนาซึ่งไม่มีส่วนในการกรองตัวอย่าง ประกอบด้วยวงแหวน 2 วง วงแหวนบนมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่าวงแหวนล่างซึ่งเป็นวงที่ติดกับตัวถุงกรองแพลงก์ตอน ส่วนตัวถุงประกอบด้วยผ้ากรองที่ขนาดตาตามความต้องการของผู้ใช้

4) ถุงกรองแพลงก์ตอนสำหรับแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำ เป็นถุงกรองแพลงก์ตอนที่ได้รับการพัฒนาให้มีรูปแบบเหมาะกับการใช้งานคือ ปากถุงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีตะแกรงทำด้วยวัสดุปลอดสนิม และมีด้ามจับแทนเชือกลาก ด้ามจับสามารถถอดหรือประกอบเข้าด้วยกันตามต้องการถุงชนิดนี้ใช้เก็บตัวอย่างบริเวณแหล่งน้ำที่มีพันธุ์ไม้น้ำ ที่ขึ้นหนาแน่นได้สะดวก

5) ถุงแพลงก์ตอนสำหรับแหล่งน้ำตื้น หรือน้ำไหลแรง มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ใช้ลากหรือช้อนแพลงก์ตอนโดยปรับเปลี่ยนการผูกเชือกที่ปากถุง ถ้าต้องการลากและถอดเชือกออกแล้วใส่ด้ามจับแทน เมื่อต้องการช้องแพลงก์ตอน ถุงชนิดนี้เหมาะสำหรับแก่การเก็บตัวอย่างบริเวณชายน้ำของแหล่งน้ำทั่วไปหรือเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนในลำธารที่มีน้ำไหลแรง ใช้ได้ดีสำหรับเก็บตัวอย่างบริเวณแหล่งน้ำชั่วคราว (temporary ponds) ที่มีน้ำเฉพาะในฤดูฝนและบริเวณปากแม่น้ำในช่วงน้ำลด

6) ถุงสำหรับเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนใกล้พื้นท้องน้ำ เป็นเครื่องมือที่ดัดแปลงจากอุปกรณ์เก็บสัตว์พื้นท้องน้ำ (surber type) นิยมใช้ในทะเล เวลาใช้จะลากเครื่องมือโดยกะให้อยู่เหนือพื้น

และขนานกับพื้น โดยมากจะได้ตัวอย่างพวกครัสตาเซียนขนาดใหญ่ เช่น ยูฟอสิด หรือโคพีพอดตัวอ่อนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ฯลฯ ตัวอย่างที่ได้มักมีทรายปะปนมาด้วย จึงจำเป็นต้องกำจัดทรายออกก่อนแล้วนำน้ำมากรองผ่านถุงกรองที่มีขนาดตาตามต้องการอีกครั้งหนึ่ง

7) Schindler - Patalas Plankton Trap เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ใช้ดักจับแพลงก์ตอนสัตว์ นักแพลงก์ตอนวิทยาได้พัฒนาเครื่องมือนี้ขึ้นมาเพื่อป้องกันการหลีกเลี่ยง (avoidance) ถุงแพลงก์ตอนของแพลงก์ตอนสัตว์ เครื่องมือมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมทำด้วยแผ่นขนาด 11.5 x 11.5 x 16.25 นิ้ว (ความจุ 30 ลิตร) หรือ 8.5 x 8.5 x 12.50 นิ้ว (ความจุ 20 ลิตร) ที่ฝาด้านหนึ่งของกล่องมีถุงกรองขนาดเล็กติดอยู่ ขนาดช่องตาของถุงกรองสามารถเลือกได้ตามความต้องการ ที่นิยมใช้กันได้แก่ 63, 80, 150 ไมโครเมตร ฝาด้านบนสามารถเปิดปิดได้ด้วยบานพับ เวลาที่ใช้ให้หย่อนเครื่องมือนี้ลงในน้ำ ขณะที่หย่อนฝากล่องจะเปิด เมื่อถึงความลึกที่ต้องการให้กระตุกเชือกขึ้นเพื่อให้ฝาเปิด จะได้ปริมาตรน้ำ (รวมแพลงก์ตอน) ในระดับที่ต้องการ ค่อยๆยกเครื่องมือนี้ขึ้นจากน้ำอย่างช้าๆตัวอย่างแพลงก์ตอนจะอยู่ในถุงกรองสู่ขวดรวบรวมตัวอย่าง

การเก็บรักษาตัวอย่าง

การจัดการตัวอย่างแพลงก์ตอนหลังจากการเก็บตัวอย่างเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการศึกษาแพลงก์ตอนทุกด้าน เพราะขั้นตอนนี้จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทั้งองค์ประกอบชนิด (ด้านคุณภาพ) และความหนาแน่น (ด้านปริมาณ) ของแพลงก์ตอนก่อนที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง การจัดการตัวอย่างมีหลายขั้นตอนด้วยกัน เช่น การตรึงตัวอย่าง (sample fixation) การจัดการตัวอย่างให้มีกิจกรรมน้อยที่สุดก่อนการเพาะเลี้ยง การทำให้ตัวอย่างแพลงก์ตอนสลบก่อนการตรึงตัวอย่างเพื่อประโยชน์ในการจำแนกชนิด การเก็บรักษาด้วยน้ำที่เหมาะสม เป็นต้น

1. ประเภทของน้ำยาตรึงและเก็บรักษาแพลงก์ตอน

1.1 ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde)

น้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์เป็นน้ำยาที่มีผู้นิยมใช้ตรึงและรักษาตัวอย่างมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากใช้ได้ดีทั้งกับแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ คุณสมบัติที่ดีอีก 2 ประการก็คือ สามารถเก็บรักษาตัวอย่างในสภาพที่ดีได้นานถึง 50 ปี หรือนานกว่านั้น และที่สำคัญก็คือ มีราคาถูกที่สุดในน้ำยาตรึงและเก็บรักษาตัวอย่างชนิดอื่น

ระดับ pH กับการรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ ระดับ pH ที่เหมาะสมของน้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์ เพื่อเก็บรักษาโปรตีนของแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ระหว่าง 6.5 - 7.5 เพราะ pH ที่มีคุณสมบัติเป็นด่างสูงกว่า 8 จะทำให้โปรตีนของแพลงก์ตอนอ่อนนุ่ม และอาจกลายเป็นวุ้นในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 - 35°C แต่ถ้า pH มีคุณสมบัติเป็นกรด (5.5 หรือต่ำกว่า) โปรตีนของแพลงก์ตอนจะ

ขาวและแข็งตัว ทำให้กล้ามเนื้อของแพลงก์ตอนสัตว์ เช่น โคพีพอดเปราะและหักง่าย ดังนั้น ควรเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนในน้ำยาฟอร์มาดีไฮด์ที่เย็น (5 - 15 °C) และมืด เพื่อยืดเวลาการเก็บตัวอย่างในสภาพที่ดีเป็นระยะเวลานาน

ข้อดีของน้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์

1) น้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์ที่เป็นกลาง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการตรึงและเก็บรักษาแพลงก์ตอนได้ทุกกลุ่ม โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชพวก coccolithophorids ไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตพวกที่มีผนังเซลล์ แม้ว่าจะให้ flagella ของพวก flagellate ไม่มีผนังเซลล์หลุดออกจากเซลล์ก็ตามแต่รูปร่างของเซลล์ก็ยังคงสภาพได้ดีพอสมควร ทำให้สามารถจำแนกชนิดได้

2) สารเคมีหาซื้อได้ง่ายและเมื่อเตรียมแล้วคุณภาพของน้ำยายังคงอยู่ในสภาพดีเป็นเวลานาน การเก็บรักษาฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีความเข้มข้นลดลงครึ่งหนึ่ง (20%) จะช่วยให้เก็บได้นานกว่าที่ความเข้มข้นปกติ (40%) เพราะจะไม่เกิดการตกตะกอน

3) ตัวอย่างที่เก็บรักษาด้วยฟอร์มาลดีไฮด์สามารถเก็บได้เป็นเวลานาน หากเก็บรักษาตัวอย่างถูกต้อง

ข้อเสียของน้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์

1) ทำให้ Flagella หลุดออกจากเซลล์ จึงไม่เหมาะสมกับการใช้ตรึงและรักษาแพลงก์ตอนกลุ่ม flagellate

2) ทำให้สีของออร์แกเนลล์ซีดจางลง ส่งผลให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพวกที่สังเคราะห์แสง (พืช) กับพวกที่ไม่สังเคราะห์ด้วยแสง (สัตว์) ได้ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษช่วยในการส่องดูเซลล์ที่มีโครงร่างใส เช่น กล้องจุลทรรศน์ที่มีอุปกรณ์ phase contrast

1.2 น้ำยาลูกอล (Lugol'scolution)

เป็นน้ำยาที่ใช้ตรึงและเก็บรักษาตัวอย่าง มีคุณสมบัติใช้ได้ดีเฉพาะกลุ่มแพลงก์ตอนพืชและเป็นน้ำยาที่ใช้ตรึงตัวอย่างได้เองหรือใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่น น้ำยาลูกอลประกอบด้วยละลายผงไอโอดีนในสารละลาย Potassium iodide แต่ส่วนใหญ่จะเตรียมน้ำยาให้มีคุณสมบัติเป็นกรด ซึ่งเหมาะกับแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเหมาะสมกับแพลงก์ตอนพืช ส่วนน้ำยาที่มีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อนใช้ได้ดีกับแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม coccolithophorids

ในส่วนของการใช้ ให้หยดน้ำยาลูกอลในตัวอย่างจนเปลี่ยนเป็นสีชาหรือสีน้ำตาลอ่อน (ประมาณ 0.4-0.8 มิลลิลิตรต่อน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร) อย่าหยดมากเกินไป เพราะจะทำให้ตัวอย่างมีสีเข้มมากจนจำแนกชนิดไม่ได้ เสร็จแล้วเขย่าขวดตัวอย่างให้น้ำยาละลายได้ทั่วถึง

น้ำยานี้เหมาะสำหรับการตรึงตัวอย่างที่เก็บด้วยขวดเก็บน้ำ ตัวอย่างที่เก็บด้วยถุงมีแพลงก์ตอนพืชหนาแน่นมาก เมื่อดองด้วยน้ำยาจะทำให้ตัวอย่างจับกันเป็นกลุ่มก้อน เพราะไอโอดีนทำให้ตัวอย่างสีเข้ม เป็นผลให้การแยกชนิดลำบาก ตัวอย่างแพลงก์ตอนที่เก็บโยการลากถุงแพลงก์ตอนควรใช้น้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์และรักษาตัวอย่าง ขวดที่ใช้กับน้ำยาลูกอลควรเป็นขวดแก้วใส ขวดแก้วสีน้ำตาลไม่เหมาะกับน้ำยานี้ เนื่องจากผู้ใช้ไม่สามารถมองเห็นสีของตัวอย่างเมื่อหยดน้ำยาได้ และไม่ควรใช้ขวดพลาสติกเนื่องจากขวดจะดูดซับไอโอดีนจากน้ำยา ทำให้ขวดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การตรึงตัวอย่างควรทำทันทีที่เก็บตัวอย่างเสร็จ และควรเก็บตัวอย่างไว้ในที่มืดและเย็น เพื่อรักษาสภาพของน้ำยาให้อยู่ในสภาพดี

ข้อดีของน้ำยาลูกอล

1) น้ำยาลูกอลมีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่การตรึงและรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชทุกกลุ่ม โดยเฉพาะพวกที่มี flagella (flagellate) เนื่องจากสามารถเก็บรักษา flagella ไม่ให้หลุดจากเซลล์ เซลล์ จะมีสีเหลืองแกมน้ำตาล หรือสีชา เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยเฉพาะการนับเซลล์

2) สารเคมีที่ใช้เตรียมหาง่าย และเมื่อเตรียมเป็นสต๊อคและสามารถเก็บได้นานหลายปี

ข้อเสียของน้ำยาลูกอล

1) น้ำยาลูกอลที่ไม่ได้เติมสารเคมีอื่นมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ซึ่งละลายผนังเซลล์ของแพลงก์ตอนที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ เช่น coccolithophorids และละลายซิลิกาซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ไดอะตอม หากเก็บรักษาตัวอย่างเป็นเวลานาน

2) ตัวอย่างที่เก็บรักษาน้ำยาลูกอลมีส่วนประกอบของ iodine จึงจำเป็นต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ เพราะ iodine จะถูก oxidize มากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ

3) แพลงก์ตอนหลายกลุ่มจะถูกย้อมสีด้วยน้ำยาลูกอล เพราะแป้งซึ่งเป็นอาหารสะสมในเซลล์พืชทำปฏิกิริยากับไอโอดีน ทำให้การตรวจดูลักษณะอื่นของเซลล์ยาก หรือพวกไดโนแฟลกเจลเลตที่มีผนังเซลล์ติดสีน้ำยามากเกินไป วิธีแก้ไขในกรณีนี้คือ เติม Sodium thiosulfate ในตัวอย่างเพื่อช่วยลดความเข้มของสีให้น้อยลง

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

แอมโนเนีย-ไนโตรเจน ในแหล่งน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ เช่น โปรตีนและจากการขับถ่ายของเสียของสัตว์น้ำ แอมโมเนียในแหล่งน้ำ ปรากฏอยู่ 2 รูปแบบคือ NH$_3$ และ NH$_4$ จะเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ แอมโมเนียในรูป NH$_3$ ในปริมาณที่เข้มข้นจะเกิดโทษต่อสัตว์น้ำหลายอย่าง เช่น การระคายเคืองของเหงือก การหายใจ การขับถ่ายของเสียความเป็นกรด-ด่าง ในเลือดสูง รบกวนกระบวนการบางอย่างของเอนไซม์บางตัว เป็นต้นระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ประกอบกัน

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer และ Cuvette
2. กระดาษกรอง
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ ปิเปต

สารเคมี

1. Oxidizing solution

เตรียมสารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (5%) หรือ ใช้น้ำยาฟอกสี เช่น ไฮเตอร์, คลอรอกซ์ที่มีคลอรีน ประมาณ 5 % จำนวน 10 ml. ผสมกับน้ำกลั่น 40 ml. ปรับ pH ของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ด้วยกรดเกลือ (HCl) สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์

2. Rochelle salt solution

ละลายสาร Rochelle salt ($KNaC_4H_4O_6.4H_2O$) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ml. แล้วต้ม 30 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วเติม Manganous sulphate ($MnSO_4$) 50 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml.

3. Phenate solution

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2.5 กรัม และ ฟีนอล (Phenol) 10 กรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศ จากแอมโมเนียให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml. ให้เก็บไว้ในตู้เย็น (ควรเตรียมใหม่ทุกอาทิตย์)

4. Standard ammonium chloride solution

ชั่ง NH_4Cl ที่อบแห้ง 3.819 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย ให้ได้ปริมาตร

1,000 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 1,000 mg/l จากนั้นดูดสารละลายมาจำนวน 5 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 10 mg/l จากนั้นดูดสารละลาย 15 ml. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 ml. จะได้สารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.3 mg/l ใช้เป็น Standard ammonium chloride solution

วิธีการ

1. ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 10 ml. ลงใน บีกเกอร์ 50 ml.
2. ขณะที่เขย่าน้ำตัวอย่างใน บีกเกอร์ ให้เติมสารละลาย

- Rochelle salt solution	1 หยด
- Oxidizing solution	0.5 ml.
- Phenate solution	0.6 ml.

3. ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยาเต็มที่
4. นำไปวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 630 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้น้ำกลั่น และเตรียม Standard solution โดยใช้ Standard Ammonium chloride (0.3 mg/l) อย่างละ 10 ml. แทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายใน ข้อ 2
5. คำนวณค่าความเข้มข้นแอมโมเนียโดยเปรียบเทียบกับสารละลายแอมโมเนียมาตรฐานดังนี้ คำนวณปริมาณ Total ammonia nitrogen ด้วยสมการ

$$\begin{array}{lcl} C1=A1 & \text{หรือ} & C2=\dfrac{C1xA2}{A1} \\ C2=A2 & & \end{array}$$

C1 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Standard solution (0.3)

C2 = ความเข้มข้นของ Total ammonia-nitrogen ใน Sample

A1 = ค่า Absorbance ของ Standard solution

A2 = ค่า Absorbance ของ Sample

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (Nitrite nitrogen)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (Nitrite nitrogen)

ไนไตรท์ ไนโตรเจน เป็นสารประกอบไนโตรเจนรูปแบบหนึ่ง โดยเกิดกึ่งกลางระหว่างการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียเป็นไนเตรต (Nitrification) และ ไนเตรตเปลี่ยนกลับเป็นแอมโมเนีย (Denitrification) ถ้าน้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอไนไตรท์จะออกซิไดส์ (oxidation) ไปเป็นไนเตรต ได้รวดเร็ว แต่ถ้าน้ำขาดออกซิเจนพวกจุลินทรีย์จะรีดิวซ์ (reduced) ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ ทำให้ ฮีโมโกบินในเลือดปลามีประสิทธิภาพรับออกซิเจนน้อยลง ความเป็นพิษของไนไตรท์ไนโตรเจนต่อปลา และสัตว์น้ำจะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลาและสัตว์น้ำ แต่มักเกิดในปริมาณต่ำ

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer และ Cuvette
2. กระดาษกรอง
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ ปิเปต

สารเคมี

1. Diazotizing Reagent

ชั่งสาร Sulfanilamide 5 กรัม ละลายในสารละลายกรดเกลือ โดยใช้กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2. Coupling Reagent

ชั่งสาร N-(1-napthyl)-ethylenediamine-dihydrochloride 0.500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ml. เก็บในขวดสีชา เตรียมสารละลายใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. Standard Nitrite Solution

เตรียมสารละลาย Sodium nitrite ($NaNO_2$) 0.4925 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร (ได้สารละลายความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร NO_2-N) ดูดสารละลาย Standard Nitrite Solution (ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร NO_2-N) จำนวน 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร (ได้สารละลายความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร NO_2-N) ใช้สารละลาย NO_2-N ที่มีความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น Standard Nitrite Solution เจือจางสารละลาย ตามตาราง 4

ตารางผนวก 3 ระดับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ - ไนโตรเจน

ปริมาตร NO_2-N ความเข้มข้น 1.0 mg/l. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตร 100 ml (ml)	ความเข้มข้นสารละลาย NO_2-N (mg/l)	ค่า Abs ของสารละลาย NO_2-N ที่วัดได้ (mg/l)
0.00	0.00	
1.00	0.01	
2.00	0.02	
4.00	0.04	
6.00	0.06	
8.00	0.08	
10.00	0.10	
15.00	0.15	
20.00	0.20	

ปริมาตร NO_2-N ความเข้มข้น 1.0 mg/l เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตร 100 ml ต้องทำการดูดด้วย Volumetric pipet ลงใน Volumetric flask จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์สารละลายโดยวิธีการวิเคราะห์ไนไตรท์แล้วสร้างกราฟมาตราฐาน (เลือกทำกราฟแบบ XY กระจาย) ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น NO_2-N (แกน X) กับค่าการดูดซับแสง (แกนY) โดยนำเข้าสมการ Regression ลงในโปรแกรม Excel

วิธีการ

1. ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองด้วยกระดาษกรอง 50 มิลลิลิตร ลงใน บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย Diazotizing Reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง
3. นำไปวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm) พร้อมกับ Reagent blank โดยใช้น้ำกลั่น แทนตัวอย่างน้ำและเติมสารละลายใน ข้อ 2
4. คำนวณค่าความเข้มข้น nitrite nitrogen (NO_2-N) จากกราฟมาตราฐานที่ได้
5. แปลงค่าความเข้มข้น nitrite nitrogen (NO_2-N) ให้เป็น Nitrite (mg/l) โดยคูณด้วย 3.28

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

ไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดในลำธาร ทะเลสาบ ซึ่งจะพบในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับลักษณะ และวิธีการใช้ที่ดินในทางการเกษตร เนื่องจากไนเตรตเป็นสารประกอบที่สามารถถูกชะล้างได้ง่าย เมื่อมีการไหลผ่านของน้ำบนพื้นดิน ดังนั้น ปริมาณไนเตรตจะลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น เมื่อมีการพังทลายของดินมาก ปริมาณของไนเตรตสามารถใช้เป็นตัวชี้ถึงระดับความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ โดยปกติจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำน้อย เมื่อเทียบกับไนไตรท์และแอมโมเนีย นอกจากนี้ไนเตรตยังมีประโยชน์ต่อพืชในการดูดซึมไปใช้ในขบวนการสร้างโปรตีนอีกด้วย ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ จะทำการวิเคราะห์โดยวิธีการเทียบสีกับสารประกอบมาตรฐานที่เตรียมขึ้นจากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตราฐาน ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรตต้องใช้หลักการ Reduce ไนไตรตให้เป็นไนไตรท์ก่อน โดยการผ่านน้ำตัวอย่างไปลงในคอลัมน์ที่บรรจุแคดเมี่ยมเคลือบด้วยทองแดง จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยวิธีการเดียวกับการหาปริมาณไนไตรท์

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer และ Cuvette
2. กระดาษกรอง
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น ขวดรูปชมพู่ ปีเปต
4. หลดคอลัมน์(Reduction Column)

สารเคมี

1. Diazotizing Reagent

ชั่งสาร Sulfanilamide 5 กรัม ละลายในสารละลายกรดเกลือ โดยใช้กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น ปริมาตร 50 ml. ละลายในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2. Coupling Reagent

ชั่งสาร N-(1-napthyl)-ethylenediamine-dihydrochloride 0.500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ml. เก็บในขวดสีชา เตรียมสารละลายใหม่ทุกเดือนหรือเมื่อสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น)

ชั่งสารละลาย NH_4Cl 150 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

4. NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง)

ดูดสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) 50 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 2,000 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Disodium Ethyenediamine Tetracetate จำนวน 0.3 กรัม ทำการปรับ pH ให้ได้ 7.5 (โดยเติมสารละลาย NaOH)

5. Stock Nitrate Solution (เข้มข้น)

ชั่งสารละลาย KNO_3 ที่ผ่านการอบแห้ง 0.7218 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

6. Standard nitrate solution

ดูดสารละลาย Stock Nitrate Solution (เข้มข้น) ในข้อ 5 ด้วย volumetric pipette จำนวน 50 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร

7. Copper sulfate 2%

ชั่งสารละลาย Copper sulfate จำนวน 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

8. กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 6 N
9. ผง Cadmium

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมแคดเมียม (Cadmium)

นำผง Cadmium ประมาณ 25 กรัม แช่ในกรด HCl (กรดเกลือ) เข้มข้น 6 N กวนด้วยแท่งแก้วจนสะอาด (ประมาณ 5 นาที) เทกรดทิ้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้งจนหมดกลิ่นกรด จากนั้นนำสารละลาย Copper sulfate 2% ประมาณ 200 มิลลิลิตร เทลงไป กวนด้วยแท่งแก้วนาน ประมาณ 5 นาที หรือจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป สะเด็ดสารละลายให้แห้ง แล้วเติม Copper sulfate 2% ของใหม่ลงไป กวนด้วยแท่งแก้วเหมือนเดิม ทำตามขั้นตอนหลาย ๆ ครั้ง จนเกิดผลึกสีน้ำตาลเกิดขึ้น จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งไม่มีผลึกสีน้ำตาลติดอยู่

2. การเตรียมคอลัมน์แคดเมียม (Cadmium Column)

เติมน้ำกลั่นลงในคอลัมน์เปล่า จากนั้นตักแคดเมียมที่เตรียมไว้ลงในคอลัมน์ให้ได้ความสูง ประมาณ 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้ท่วมแคดเมียม ทำการล้างแคดเมียม โดยใช้สารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง) จำนวน 200 มิลลิลิตร ผ่านคอลัมน์ลงอย่างช้า ๆ และให้เตรียม สารละลาย Standard Nitrate Solution จำนวน 100 มิลลิลิตร กับสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) 2 มิลลิลิตร จากนั้นเทสารละลายลงในคอลัมน์ให้ไหลในอัตรา 7-10 มิลลิลิตร/นาที

3. การเตรียมน้ำตัวอย่างและการผ่านน้ำลงในคอลัมน์

ดูดน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง จำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เข้มข้น) จำนวน 2 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 มิลลิลิตร/นาที (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกทิ้งและเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

4. การสร้างสี และการวัดค่า Abs (การวิเคราะห์ค่าไนเตรท)

ดูดสารละลายหลังจากผ่านคอลัมน์ จำนวน 50 มิลลิลิตรโดยผ่านคอลัมน์ต้องไม่เกิน 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าดูดซับแสง (Abs) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm)

5. การหา Recovery factor

5.1 โดยการดูดสารละลาย Standard Nitrate Solution (0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) จำนวน 100 มิลลิลิตร มาผสมกับ สารละลาย NH_4Cl-EDTA Solution (เจือจาง) จำนวน 2 มิลลิลิตรจากนั้นเทลงในคอลัมน์ ปล่อยให้ไหลผ่านในอัตรา 7-10 มิลลิลิตรต่อนาที ทิ้งน้ำ 25 มิลลิลิตร แรกและเก็บปริมาตรที่เหลือไว้

5.2 ดูดสารละลายที่เก็บไว้ 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Diazotizing Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 2-4 นาที แล้วเติมสารละลาย Coupling Reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ไปวัดค่าการดูดซับแสง (Abs) ด้วยด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่คลื่น 543 นาโนเมตร (nm)

5.3 หาค่า F (Recovery factor) = $\dfrac{\text{0.1 ml/l ของ Nitrite nitrogen x 100}}{\text{ความเข้มข้นของ Nitrite nitrogen ที่หา}}$

6. คำนวณหาค่าความเข้มข้น Nitrate nitrogen ดังนี้

Nitrate nitrogen (mg/l) = $\{(A-B) \times F\} / 100$

โดยที่ A= ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ผ่าน Column

B= ความเข้มข้นของไนไตรท์ ที่ไม่ผ่าน Column

F= Recovery factory

7. ทำการแปลงค่า Nitrate nitrogen ให้เป็น Nitrate (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยคูณด้วย 4.43

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a)

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a)

การวัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ทำได้โดยการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและมวลชีวภาพของสาหร่าย (Algae biomes) มีปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการสร้างคือสารอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส โดยปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (Primary productivity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอจะขึ้นกับปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ฯลฯ

อุปกรณ์

1. เครื่องกรองตัวอย่างพร้อมอุปกรณ์
2. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
3. Spectrophotometer และ Cuvette
4. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

สารเคมี

1. Methanol 90%

ตวงน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask แล้วเติม methanol ลงไปปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ควรเก็บไว้ในขวดสีชา

วิธีการ

1. กรองน้ำตัวอย่างประมาณ 50-100 มิลลิลิตร(ขึ้นอยู่กับความเข้มของคลอโรฟิลล์เอ โดยสังเกตุจากสีของน้ำ) ด้วยเครื่องกรองน้ำ (Vacuum pump) โดยใช้กระดาษกรองแบบ GF/C หรือแบบ Membrane
2. ใส่ Methanol 90% ในหลอดประมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำกระดาษที่กรองในข้อ 1. ใส่ลงไปในหลอดที่เตรียมไว้ ห่อด้วยกระดาษฟอยด์นำไปต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที
3. จากนั้นนำออกมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงโดยใช้ความเร็ว 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้สารละลายตกตะกอน นำสารที่ตกตะกอนแล้วไป ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อน ระมัดระวังอย่าให้หลอดกระทบกระเทือน

4. นำสารไปวัดค่าการดูดซับกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 750, 665, 645 และ 630 นาโนเมตร

5. การคำนวณ

คลอโรฟิลล์-เอ (μg/l) = $(11.6\ D_{665} - 1.31\ D_{645} - 0.14\ D_{630}) \times F$

F = (ปริมาณรวมของสารที่สกัด (ml)/ปริมาณน้ำตัวอย่าง (L) x 1/ความกว้าง Cuvette (cm)

D_{665} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 665 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

D_{645} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 645 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

D_{635} = ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 630 nm - ค่าดูดซับแสงที่ช่วงคลื่น 750 nm

ภาคผนวก ช

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส (Actinomyces) ในดิน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

การแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส (Actinomyces) ในดิน

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างดิน
2. อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส ได้แก่ IMA-2 medium
3. ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ IMA-2 medium (Arawan, 2005)

D-glucose	5.0	gm
Starch (Soluble)	5.0	gm
Beef extract	1.0	gm
Yeast extract	1.0	gm
Nz-case	2.0	gm
$CaCo_3$	1.0	gm
Agar	15.0	gm
Deionized water	1,000	ml

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายให้เข้ากันแล้วจึงนำไปฆ่าเชื้อ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที รอจนอุณหภูมิเย็นลงประมาณ 40 องศาเซลเซียส เติม Antibiotics ลงไป

การเติม Antibiotics

1. Trimethoprim 20 มิลลิกรัม ละลายใน 2 มิลลิลิตร Dimethyl sulfoxide-DSMO ต่อ ลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อ

2. กรด Naldixic 10 มิลลิกรัม ละลายใน 1 มิลลิลิตร 0.1 N ของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้

3. Heritage 10 มิลลิลิตรต่อลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยละลาย Heritage 1 gm ในน้ำกลั่น 29 มิลลิลิตร

วิธีการแยกเชื้อแอคติโนมัยซีส

1. แบ่งตัวอย่างดินใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้ตัวอย่างแห้ง

2. ชั่งดิน 10 กรัม ทำการเจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เป็นระดับเจือจางที่ 10^{-1}

3. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เป็นระดับเจือจางที่ 10^{-2}

4. ปิเปตตัวอย่างต่อจนถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-6}

5. ปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร จากระดับความเจือจางที่ 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ 10^{-6} มา spread บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ IMA-2 ที่เตรียมไว้

6. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน ตรวจดูการเจริญเติบโตของเชื้อ

7. นับจำนวนโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยซีส คำนวณปริมาณเชื้อแอกติโนมัยซีส

สูตร เซลล์/กรัมดินชื้น = จำนวนเซลล์/0.1 x $10^{\text{dilution factor}}$
เซลล์/กรัมดินแห้ง = จำนวนเซลล์/0.1 x $10^{\text{dilution factor}}$/ น.น ของดินแห้ง

การหาสมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่าง

การหาน้ำหนักดิน

เทสารแขวนลอยของดินของความเจือจางที่ 10^{-1} ที่เหลืออยู่ลงในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก นำบีกเกอร์ไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำระเหยหมดและน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักของบีกเกอร์อีกครั้ง คำนวณหารน้ำหนักของดินที่ใช้ในการแยกเชื้อจากผลต่างของน้ำหนักบีกเกอร์ก่อนและหลังอบ

การหาปริมาณความชื้น

ชั่งตัวอย่างดินประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยเซรามิคหรือบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก นำบีกเกอร์ไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นในดินตัวอย่างจากน้ำหนักดินที่หายไป

การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ชั่งตัวอย่างดิน 2 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ค่อยเติมน้ำกลั่นไปทีละน้อย โดยคนตัวอย่างไปด้วยในขณะเดียวกันด้วยช้อนตักสารหรือแท่งแก้ว จนสังเกตเห็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ บนผิวจึงทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ทำซ้ำ 3 ครั้ง รายงานผลในรูปค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง

ภาคผนวก ซ

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารจีออสมินและเอ็มไอบี

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารจีออสมินและเอ็มไอบีด้วยวิธีแก๊สโครมาโทรกราฟี

สารเคมีที่ใช้

1. เมทธานอล
2. สารละลายจีออสมิน (Geosmin, trans-1, 10-Dimethyl-trans-decalin-ol ของ Sigma)
3. 2-เมทิลไอโซบอนีออล (MIB : 2- methylisoborneol ของ Sigma)

การเตรียมตัวอย่าง

น้ำ ดิน และเนื้อปลานิลและปลาบึก

เก็บน้ำและดินในบ่อทดลองเก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่างขนาด 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส รอการวิเคราะห์ หรือทำการวิเคราะห์ทันทีโดยในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร หรือดินใช้ 5 กรัมผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดตัวอย่าง ก่อนการวิเคราะห์จะเติมโซเดียมคลอไรด์ 1.9 กรัม และ magnetic bar ปิดฝาด้วยจุกยางทนความร้อนสูงและฝาอะลูมิเนียม

การเตรียม Calibration curve

ทำการเตรียมสารมาตรฐานจีออสมินและเอ็มไอบี 10 ไมโครลิตร จากขวดที่มีความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมในเมทานอล 1 มิลลิลิตร ละลายด้วยเมทานอลปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร (โดยสารละลายที่ได้นี้มีความเข้มข้นของสารจีออสมินและเอ็มไอบี 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เพื่อใช้เป็น Stock solution หลังจากนั้นนำมาเจือจางให้อยู่ในระดับความเข้มข้นที่สามารถพบในตัวอย่าง โดยมีความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร จากนั้นนำไปฉีดโดยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography mass spectrometry) เช่นเดียวกับตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์สารจีออสมินและเอ็มไอบีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

ให้ความร้อนกับขวดตัวอย่างที่บรรจุตัวอย่าง โดยวางขวดตัวอย่างบนเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าและถาดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแทงเข็มไฟเบอร์ที่ประกอบเข้ากับอุปกรณ์ SPME (solid phase microextraction) เข้าไปในขวดตัวอย่างเป็นเวลา 12 นาที เพื่อให้ไฟเบอร์ทำการจับกับสารประกอบจีออสมิน (geosmin, trans-1, 10-Dimethyl-trans-decalinol) และ เอ็มไอบี (MIB, 2-metylisoborneol) ในตัวอย่าง นำชุดอุปกรณ์ SPME ไปวิเคราะห์เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี รุ่น Agilent Technologies 6890 N Network GC

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

System เข้าไปตรงตำแหน่งที่ฉีดสารของเครื่องโดยใช้ Splitless mode ผ่านแคปปิลาลีคอลัมน์ (DB-DURABOND) HP-5 (30 m. x 0.32 mm. 0.25 µm. film thickness) ใช้แก๊สฮีเลียมเป็นตัวพา ด้วยอัตรา 2.5 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของเตาอบ (oven temperature) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเพิ่มเป็น 220 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 15 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงอุณหภูมิไว้ที่ 220 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

ภาคผนวก ฌ

ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุพรรษา ทับทิมหิน	
เกิดเมื่อ	13 กรกฎาคม พ.ศ. 2527	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทิงวิทยาคม จังหวัดเชียงราย
	พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทิงวิทยาคม จังหวัดเชียงราย
	พ.ศ. 2550	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา การประมง

ผลงานตีพิมพ์

สุพรรษา ทับทิมหิน, วิทยา ทาวงศ์, สุปราณี วิกรัยบูรณ์, สุดาพร ตงศิริ และ นิวุฒิ หวังชัย. 2551. **การเจริญเติบโตและการสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลาบึกที่ให้อาหารต่างกัน**. เอกสารการประชุมวิชาการ “การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2”. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.