



รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

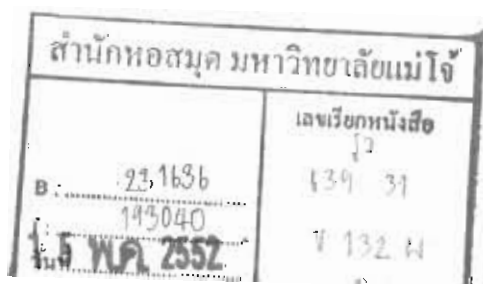
เรื่อง ผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลิ่นโคลนในเนื้อปลาน้ำก
EFFECT OF GREEN WATER CULTURE SYSTEM ON ACCUMULATION OF
OFF-ODOR OF PLA BUK (*Pangasianodon gigas*)

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : ระบบการพัฒนาเชิงพาณิชย์ที่ยั่งยืนสำหรับ
การเพาะเลี้ยงปลาน้ำก

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2551
จำนวน 270,000 บาท

หัวหน้าโครงการ
ผู้ร่วมโครงการ

นายจรเกียรติ ศรีนวลสม
นายนิวุฒิ หวังชัย
นายบัญญัติ มนเทียรอาสน์
นายจกกล พรหมยะ



งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
29 กุมภาพันธ์ 2552

กิตติกรรมประกาศ

รายงานผลงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมทั้งคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
สภาวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ซึ่งได้รับการจัดสรรงบประมาณ
การวิจัยประจำปี 2551 ในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากร คณะเทคโนโลยีการ
ประมงและทรัพยากรทางน้ำ และนักศึกษาคณะผู้ร่วมทำงานทุกท่าน ที่ร่วมมือร่วมใจ ช่วยเหลือ
อย่างเต็มที่ จนงานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการวิจัย	16
สรุปและวิจารณ์ผล	41
เอกสารอ้างอิง	45

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลในแต่ละบ่อ	16
2	ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ ตลอดการทดลอง	19
3	องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลานิลในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ (เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551)	22
4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยง ปลานิลแต่ละบ่อตลอดการศึกษา	30
5	ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพในบ่อเลี้ยงปลานิลในแต่ละบ่อ	31
6	ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำทางด้านเคมีในบ่อเลี้ยงปลานิลในแต่ละบ่อ	32
7	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของประสิทธิภาพ การเจริญเติบโตของปลานิลกับปัจจัยต่างๆ	35

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โครงสร้างของสารจีออสมิน (ก) และสารเอ็มไอบี (ข)	8
2	การสุ่มปล่อยปลาบึกที่ใช้ในการทดลองลงในคอกพลาสติก	11
3	การเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำที่บ่อและ ในห้องปฏิบัติการ	12
4	การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและตรวจวินิจฉัยชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์	12
5	การชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาบึกเพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพ การเจริญเติบโต	13
6	ปลาบึกที่ได้จากการทดลอง โดยนำเนื้อปลาบึกไปตรวจวัดปริมาณ สารประกอบจีออสมิน และเอ็มไอบี	14
7	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกตลอดการทดลอง	18
8	ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร	36
9	ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร	37
10	ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารในอัตราที่ต่างกัน	38
11	ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารในอัตราที่ต่างกัน	38
12	ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร	39
13	ปริมาณสารประกอบจีออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร	40

ผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลิ่นโคลน ในเนื้อปลาบึก

EFFECT OF GREEN WATER CULTURE SYSTEM ON ACCUMULATION OF OFF-ODOR OF PLA BUK (*Pangasianodon gigas*)

ขจรเกียรติ ศรีนวลสม นิวุฒิ หวังชัย บัญญัติ มนเทียรอาสน์
จงกล พรมยะ

KHAJORNKIAT SRINUANSOM NIWOOTI WHANGCHAI BUNYAT MOONTEINART
JONGKORN POOMYA

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึก และการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว โดยทำการเลี้ยงปลาบึกในบ่อ จำนวน 6 บ่อ คือ บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของ น้ำหนักตัว/วัน บ่อที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%, 3%, 4% และ 5% ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ และบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติ แต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงปลาบึกระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551 เป็นระยะเวลา 8 เดือน ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีค่าสูงกว่าบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และในการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปรวมกับการสร้างอาหารธรรมชาติสามารถลด ปริมาณสารประกอบเอมีนไอบีและจีโอสมินได้ดีที่สุด ($P \leq 0.05$) โดยพบว่า ปลาบึกที่มีการให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัว/วัน จะส่งผลให้มีการสะสมปริมาณสารเอมีนไอบี และจีโอสมิน ในเนื้อปลาบึก น้อยที่สุด ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการเลี้ยงที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยง ปลาบึก และสามารถลดการสะสมกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึก

คำสำคัญ: ปลาบึก, กลิ่นโคลน, ระบบน้ำเขียว

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate the efficiency of green water culture systems of Pla Buk (*Pangasianodon gigas*) on the growth performance and off-odor accumulation in Pla Buk. The experiment was divided into 6 treatments; T_1 was the non natural food establishment + 3% of commercial feed while $T_2 - T_5$ were natural food establishment + commercial feed at 2, 3, 4 and 5% of body weight, respectively. T_6 was natural food establishment + non commercial feed. The experiment had been conducted for 8 months. The result showed that specific growth rate and final weight were highest in treatment 4. The average of growth efficiency this treatment was a significant difference ($P \leq 0.05$) among other treatments. The comparison of geosmin and MIB in Pla Buk flesh. The result showed that Pla Buk received natural food establishment + commercial feed at 5% of body weight had the best effective in reduction geosmin and MIB in Pla Buk flesh ($P \leq 0.05$). We therefore conclude that natural food establishment systems were appropriate culture of Pla Buk (*Pangasianodon gigas*) and were able to reduce accumulation off-odor in Pla Buk flesh.

Keywords: Pla Buk, *Pangasianodon gigas*, off-odor, green water culture system

บทนำ

สืบเนื่องจากปลาน้ำจืดถูกจัดเป็นปลาชนิดที่มีจำนวนน้อยใกล้สูญพันธุ์ (Endangered species) ซึ่งในธรรมชาติสามารถพบปลาน้ำจืดเฉพาะในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาท่านั้น ประกอบกับกรมประมงประสบความสำเร็จในการผสมเทียมปลาน้ำจืดจากแม่น้ำโขง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 และจากบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาน้ำจืดในปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา หน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะกรมประมงก็ได้ดำเนินการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์มากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อลดการจับปลาน้ำจืดจากธรรมชาติ ซึ่งเกษตรกรก็ให้ความสนใจ ทั้งนี้เนื่องจากปลาน้ำจืดเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาค่อนข้างแพง จึงเป็นสิ่งจูงใจการเลี้ยงปลาน้ำจืดของเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันก็ยังมีต้นทุนสูง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของบ่อและค่าอาหาร เพราะปลาน้ำจืดเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ต้องใช้บ่อที่มีขนาดใหญ่และมีความลึกพอสมควร อีกทั้งการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเพื่อให้ได้ขนาดที่จะจำหน่ายได้ต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนาน ต้นทุนค่าอาหารก็เลยสูงตามไป ฉะนั้นถ้าหากสามารถหาสิ่งทดแทนอาหารเม็ดสำเร็จรูปหรือสามารถลดปริมาณการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปได้ ก็จะทำให้ต้นทุนในการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์ลดลงได้

นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันยังอาจมีปัญหาระยะของเสีย เช่น เศษอาหาร เหลือตกค้างในบ่อเลี้ยง ทำให้มีสารอาหารส่วนเกินและคุณภาพน้ำในบ่อมีค่าไม่เหมาะสมหรือเน่าเสียได้ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด และยังถ้าปล่อยน้ำออกสู่ธรรมชาติโดยไม่มีการบำบัดก็จะกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อม

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ปัจจุบันมุมมองของการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์เปลี่ยนแปลงไป โดยมุมมองของการเพาะเลี้ยงจะไม่มุ่งเน้นเฉพาะการผลิตปลาน้ำจืดเพื่อจำหน่ายเพียงอย่างเดียว แต่จะให้ความสำคัญกับการลดต้นทุนค่าอาหารเม็ด และลดสารอาหารส่วนเกินจากของเสียที่เหลือตกค้างในบ่อเพื่อไม่ให้เกิดการกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด และสภาวะสิ่งแวดล้อม จึงมีการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์จากเดิมเป็น "การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับเชิงนิเวศน์ หรือ การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงนิเวศน์"

การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับเชิงนิเวศน์ หรือการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเชิงนิเวศน์ เป็นการพัฒนาประยุกต์การลดต้นทุนโดยเฉพาะค่าอาหารเม็ด ด้วยการสร้างอาหารธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอนพืช พืชน้ำ เป็นต้น

ซึ่งปัจจุบันมีเกษตรกรหลายราย ได้ดำเนินการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดโดยการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อกันบ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาพบว่าการสร้างอาหารธรรมชาตินั้น จะมีเฉพาะบางช่วงของการเพาะเลี้ยง จึงเกิดโจทย์คำถามที่ว่า "การสร้างอาหารธรรมชาติเหมาะสมกับ

การเพาะเลี้ยงปลาบึกช่วงใด บ่อที่ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติกับบ่อที่มีการสร้างอาหารบางช่วงของการเลี้ยง หรือบ่อที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดที่ทำการเพาะเลี้ยง มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาบึกแตกต่างกันอย่างไร” แต่หากมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป (Eutrophication) ทำให้น้ำในบ่อมีสีเขียวเข้ม ซึ่งในบ่อเลี้ยงอาจมีแพลงก์ตอนพืชทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์และชนิดที่ให้โทษ โดยอาจมีแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถส่งผลทำให้ปลาที่เลี้ยงมีกลิ่นโคลนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ โดยแบคทีเรียในกลุ่ม Actinomycete และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น สกุล *Anabena* sp., *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Symploca* sp., *Microcystis* sp., *Phormidium* sp. สามารถสร้างกลิ่นโคลนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Tabachek และ Yurkowski, 1976; Lovell และ Broce, 1985; Klapper 1991; Yamada *et al.* 1994) กลิ่นโคลน (geosmin และ 2-methylisoborneol, MIB) ทำให้สัตว์น้ำนั้น ไม่เป็นที่นิยมบริโภค ทำให้มีราคาต่ำ

ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตอบโจทย์คำถามทั้งหมดเกี่ยวกับผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึก และใช้เป็นข้อมูลในการจัดการระบบการเพาะเลี้ยง ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาบึกให้มีประสิทธิภาพและมีความต่อเนื่องและมีทิศทางที่ถูกต้อง มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้กับเกษตรกร เอกชน และผู้สนใจ ตลอดจนหาแนวทางที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยสู่ความเป็นเลิศด้านปลาบึกของภูมิภาคอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงปลาบึกที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในระบบการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในบ่อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืดในระบบการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลของการเลี้ยงในระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลิ่นโคลน
4. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแล้วเสริมอาหารธรรมชาติเพื่อลดต้นทุนในการเพาะเลี้ยง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตปลาน้ำจืดและลดต้นทุนการผลิต
2. เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการตัดสินใจปรับเปลี่ยนระบบการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดให้มีความเหมาะสม
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดอย่างยั่งยืน

การตรวจเอกสาร

ปลาบึก (Mekong Giant Catfish)

ปลาบึกจัดลำดับอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

Phylum Chordata

Class Actinopterygii

Subdivision Euteleostei

Order Siluriformes

Family Pangasiidae

Genus *Pangasianodon*

Species *Pangasianodon gigas*

ลักษณะทั่วไปของปลาบึก (Morphology) (ชวลิตและสมศักดิ์, 2536)

ปลาบึกเป็นปลาขนาดใหญ่ มีรูปร่างเพรียวขาวแบนข้างเล็กน้อย ลูกปลาขนาดเล็กมีสีคล้ำเหลืองเหลือ้ง ข้างลำตัวมีแถบสีคล้ำตามยาว 1 - 2 แถบ ครีบหางตอนบนและล่างมีแถบสีคล้ำตามยาว ในปลาขนาดใหญ่ด้านหลังของลำตัวจะมีสีเทาอมน้ำตาลแดง ด้านข้างเป็นสีเทาปนน้ำเงินและจางกว่าด้านหลัง เมื่อค่อนข้างมาทางท้องสีจะจางลงเรื่อยๆ จนเป็นสีขาวเงิน ตามลำตัวมีจุดสีดำค่อนข้างกลมกระจายอยู่ห่าง ๆ กันเกือบทั่วตัว

บริเวณจะงอยปากมีรูจมูก 2 คู่ ตั้งอยู่บนริมฝีปากทางด้านข้าง จะงอยปากคู่หน้าอยู่ชิดกันมากกว่าคู่หลัง นัยน์ตาของปลาบึกมีขนาดเล็กอยู่เป็นอิสระไม่ติดกับขอบตา มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ใน 20 เท่าของความยาวหัว ตำแหน่งของนัยน์ตาอยู่ต่ำกว่าระดับมุมปาก ลูกตามีหนังบางๆ คลุมด้านขอบเล็กน้อย เปิดเป็นช่องรูปกลมที่กึ่งกลางกะโหลก มีจุดสีขาวขนาดเดียวกับตา 1 จุด

ครีบหลัง มีสีเทาปนดำ จุดเริ่มต้นของครีบหลังอยู่ล้ำหน้าจุดเริ่มต้นของครีบท้อง แต่ไม่ถึงกึ่งกลางของลำตัว ก้านครีบแข็งเป็นเงี่ยงแต่สั้นและทู่ลงเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น

ครีบอก มีสีเทาปนดำอยู่ค่อนข้างต่ำ ประกอบด้วยก้านครีบแข็งใหญ่ 1 อัน ซึ่งปลายโค้งงอได้ ไม่แข็งเป็นเงี่ยงหรือหยักเป็นฟันเลื่อย ก้านครีบอกมีจำนวน 10 อัน ความยาวครีบอกมีขนาดเท่าหรือเกือบเท่ากับความยาวครีบหลัง คือ มีความยาวครึ่งหนึ่งของหัว

ครีบท้อง มีสีเทาอ่อน มีก้านครีบโค้งงอได้ 1 อัน มีก้านครีบอกจำนวน 7 อัน

ครีบก้น มีสีเทาอ่อน มีก้านครีบแข็งที่โค้งงอได้ 5 อัน ก้านครีบอก 29 - 32 อัน

ครีบไขมัน มีสีเทาปนดำ มีขนาดเล็กอยู่ค่อนข้างไปทางครีบหาง

ครีบน้ำเงิน มีสีเทาปนดำ ขนาดค่อนข้างสั้นว่าลิ้น ส่วนของแพนหางบนและล่างมีขนาดเท่ากัน

ปลาบึกเป็นปลาน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกถูกจัดเป็นปลาชนิดที่มีจำนวนน้อยใกล้สูญพันธุ์ (Endangered species) ซึ่งในธรรมชาติสามารถพบปลาบึกเฉพาะในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาท่านั้น อาหารของปลาบึกในธรรมชาติแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ คือ ช่วงที่เป็นลูกปลาบึกวัยอ่อน (หลังจากที่ถุงไข่แดงยุบ) จนถึงมีอายุ 2 สัปดาห์ จะกินแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโคพีพอด (Cyclops) และกลุ่มไรน้ำ (Moina, Daphia) เป็นอาหาร เมื่อปลาบึกมีอายุ 1 ปี ขึ้นไปจะกินพืชจำพวกสาหร่าย (เส้นสาย) ที่เกาะติดตามโขดหินใต้น้ำอยู่ เช่น สาหร่ายไก่อ (Cladophora) นอกจากนี้บางครั้งอาจกินตัวอ่อนแมลงน้ำที่เกาะตามโขดหินไปด้วยก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเพาะเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์ในบ่อดินก็สามารถให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปรวมกับการสร้างอาหารธรรมชาติในบ่อ (เกรียงศักดิ์, 2548; Mekong River Commission, 2002)

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำถ้ามีการสร้างอาหารธรรมชาติภายในบ่อ ก็จะเป็นการเพิ่มระบบห่วงโซ่อาหารขึ้นในบ่อ ซึ่งเชื่อว่าปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในระบบห่วงโซ่อาหารที่เพิ่มขึ้นนั้น จะส่งเสริมเกื้อกูลต่อผลผลิตสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยง ประกอบกับดูดซับสารอาหารส่วนเกินที่จะมีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Mischke and Paul, 2004)

โดยทั่วไปผลผลิตของสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารธรรมชาติที่มีในน้ำ หรือที่เรียกว่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และผลผลิตขั้นปฐมภูมิก็น่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งรวมเรียกว่า ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำที่เป็นอาหารสัตว์น้ำ มีตั้งแต่ขนาดเล็กเซลล์เดียว จนถึงสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ สามารถจับต้องได้ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์พื้นท้องน้ำ ตัวอ่อนแมลงชนิดต่างๆ หนอนแดง และพืชน้ำ เป็นต้น (เกรียงศักดิ์, 2547)

การสร้างอาหารธรรมชาติในกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) ในบ่อเพาะเลี้ยง สามารถทำได้ด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอนินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ โดยอัตราการใส่ปุ๋ยต่างๆ เป็นดังนี้

ปุ๋ยคอก : ไม่เกิน 300 – 450 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน

ปุ๋ยพืชสด : ไม่เกิน 1,200 – 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน

ปุ๋ยหมัก : ไม่เกิน 600 – 700 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน

ปุ๋ยเคมี : ปุ๋ยยูเรีย 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ต่อสัปดาห์ หรือ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต 2.5 กิโลกรัมต่อไร่ต่อสัปดาห์

ปัจจุบันลักษณะการเพาะเลี้ยงปลาบึกเชิงพาณิชย์ผสมผสานกับเชิงนิเวศน์โดยการสร้างอาหารธรรมชาติขึ้นภายในบ่อ มีเกษตรกรหลายรายดำเนินการอยู่ ได้แก่

คุณพูน ทองดี เลี้ยงปลาบึกมานาน 6 ปี โดยเริ่มเลี้ยงปลาขนาด 2 นิ้ว นำมาอนุบาลด้วยอาหารปลาตุ๊ก อนุบาลมาแล้วประมาณ 2,000 ตัว เลี้ยงจำนวน 2 บ่อ บ่อแรกขนาด 16 ไร่ อายุ 6 ปี น้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัม/ตัว บ่อที่ 2 ขนาด 20 ไร่ จำนวน 3,000 ตัว อายุ 4 ปี น้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม/ตัว ขนาดปลาที่เหมาะสมต่อการจำหน่ายต้องมีน้ำหนัก ประมาณ 20 กิโลกรัม/ตัว ได้ราคากิโลกรัมละ 80 – 120 บาท การเลี้ยงปลาบึกแต่เดิมเลี้ยงด้วยอาหารผสมและบะหมี่ ต่อมาเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยและซีไค้แห้งแทนเพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติในบ่อ (เกรียงศักดิ์, 2548)

คุณจรัส ไชยองค์การ ทำการเพาะเลี้ยงปลาบึกแบบผสมผสาน คือ เลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงไก่ ซึ่งได้เลี้ยงปลาบึกไว้ในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ปล่อยอัตรา 1 ตัว/2 ตารางเมตร จากนั้นก็ย้ายลงมาเลี้ยงในบ่อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมจนได้ขนาด 20-30 กิโลกรัม/ตัว ก่อนจับออกจำหน่ายราคากิโลกรัมละ 100 - 150 บาท หลังจากนั้นทางฟาร์มได้ปรับปรุงการเลี้ยงปลาบึก โดยการแยกเลี้ยงออกจากการเลี้ยงไก่และพัฒนาอัตราการปล่อยปลาบึกตามขนาดปลาและบ่อ โดยแบ่งการเลี้ยงเป็น 3 ช่วงโดยระยะแรกนำลูกปลาขนาด 10 – 20 กรัม มาเลี้ยงในบ่ออนุบาลขนาด 4 ไร่ ปล่อย 10,000 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดปลาตุ๊กนาน 6 เดือน เมื่อปลาขนาดประมาณ 1 กิโลกรัม จึงย้ายลงเลี้ยงในบ่อขนาด 10 ไร่ ปล่อยบ่อละ 5,000 ตัว โดยทำอาหารธรรมชาติจากแพลงก์ตอน (น้ำเขียว) เป็นหลักเลี้ยงนาน 1 ปี ได้น้ำหนักประมาณ 10 – 15 กิโลกรัม แล้วย้ายไปเลี้ยงในบ่อขนาด 20 ไร่ ใช้วิธีการเลี้ยงเช่นเดียวกับในบ่อ 10 ไร่ เลี้ยงนานอีก 1.5 – 2 ปี ได้น้ำหนัก 30 กิโลกรัม จะให้อาหารเม็ดปลากินพืชและปลาดุกเสริมก่อนจำหน่ายเป็นเวลา 2 เดือน ถ้าเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดตลอดต้นทุนค่าอาหารจะสูง (เกรียงศักดิ์, 2548)

การเกิดกลิ่นดินโคลน (earthy/musty flavor)

กลิ่นดินโคลนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์(earthy/musty flavor) มักเป็นปัญหาของผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไป แม้แต่ในหนังสือประกอบอาหารก็ได้บรรยายเกี่ยวกับลักษณะที่เหม็นของปลาน้ำจืดเช่นเดียวกัน (Tucker, 2000) ทำให้ส่งผลกระทบต่อ การนำสัตว์น้ำมาใช้ประโยชน์และอุตสาหกรรมประมงเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้เกิดการไม่ยอมรับของผู้บริโภค และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ล่าช้า จนทำให้ปลามีความเสี่ยงต่อการเป็นโรค และอัตราการรอดต่ำ (Persson, 1982) ส่วนมากจะพบว่าเป็นปัญหาในกลุ่มปลาแคฟิช (catfish) ทำให้มีการเก็บเกี่ยว

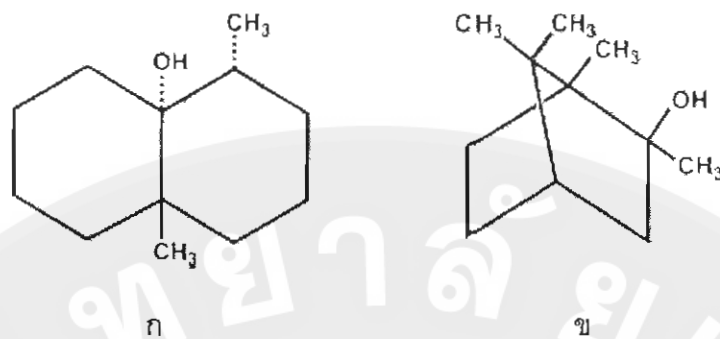
ผลผลิตลำข้าว ปลาเป็นโรคและสูญเสียน้ำหนัก มีค่าเสียหายถึง 15-23 ล้านดอลลาร์ (Hansen, 2003; Shelby *et al.*, 2004)

สาเหตุของการเกิดกลิ่นโคลน และโครงสร้าง/คุณสมบัติของสารก่อกลิ่นโคลน

กลิ่นโคลนเกิดจากสารที่จำเพาะเจาะจงหลายอย่าง ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ในสัตว์น้ำ แต่สารที่เป็นตัวหลักที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนมี 2 ชนิด คือ จีออสมิน (1α , 10β -dimethyl-9 α -decalol: geosmin) และเอ็มไอบี (2-methylisoborneol: MIB) โดยเป็นสารประกอบแอลกอฮอล์อิ่มตัว (Saturated cyclic tertiary alcohol) ที่สารห่วยสีเขียวแกมน้ำเงินและแบคทีเรียบางชนิดสังเคราะห์ขึ้นในวิถีเทอร์ปีน (terpene pathway) โดยสารประกอบจีออสมินสร้างขึ้นจากสารประกอบฟานิซิล-ไพโรฟอสเฟต (Farnesyl-PP) และสารประกอบเอ็มไอบีสร้างขึ้นจากสารประกอบเจอรานิล-ไพโรฟอสเฟต (Geranyl-PP) (Van Der Ploeg, 1989)

จีออสมินเป็นสาร secondary product จากปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ทางชีวภาพในไอโซพรีนอยด์ พาทเวย์ (isoprenoid pathway) ในสิ่งมีชีวิตกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยจีออสมินจะเกิดจากการสังเคราะห์ทางชีวภาพในคาโรทีนอยด์ พาทเวย์ (carotenoid pathway) และขั้นตอนการเกิดโฟโตเทล (photothal) ของคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ดังนั้นจีออสมินจึงเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ ด้วยเหตุนี้ เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตที่จำกัดสารจีออสมินจึงถูกสะสมเพิ่มขึ้น แต่ก็พบว่าสัดส่วนของจีออสมินกับคลอโรฟิลล์ เอ จะมีความไม่แน่นอน ส่วนสารประกอบเอ็มไอบีถูกสังเคราะห์โดยไอโซพรีนอยด์ พาทเวย์ เช่นเดียวกับจีออสมินในสิ่งมีชีวิตกลุ่ม *Actinomycetes* spp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Van Der Ploeg, 1989)

สารประกอบจีออสมิน (trans-1, 10, -dimethyl-trans-9-decalol) ($C_{12}H_{20}O$) และสารประกอบเอ็มไอบี (2-methylisoborneol) หรือ 1,2,7,7-tetramethylexo-bicyclo (2.2.1) heptan-2-ol ($C_{11}H_{20}O$) เป็นสารประกอบพวกแอลกอฮอล์อิ่มตัวที่ระเหยได้ โครงสร้างประกอบด้วยหมู่เมทิลและหมู่ไฮดรอกซิล (Izaguirre *et al.*, 1982) สารประกอบทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติทั่วไปคือ ละลายในไขมันได้ดี ไม่ชอบน้ำสูง เป็นสารแปลกปลอมสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยกระจายตัวและสะสมในเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง เมื่อเกิดการสะสมในร่างกายจะกำจัดออกได้ยากจึงก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (Johnsen *et al.*, 1996) แต่อย่างไรก็ตามสารประกอบทั้งสองชนิดไม่เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และไม่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (Dionigi *et al.*, 1993)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของสารจีโอสมิน (ก) และสารเอ็มไอ บี (ข)

ที่มา : Mogens (2002)

การเกิดกลืนโคลนในสัตว์น้ำ

ในระบบการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน มักประสบกับปัญหาการเน่าเสียของน้ำที่ใช้เลี้ยง และการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป (eutrophication) ในบ่อ เนื่องจากมีปริมาณของเสียที่ปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงปลามากเกินไป Rungreungwudhikrai (1995) ที่พบว่าปลาชนิดจากบ่อเลี้ยงในภาคกลางมีความเข้มข้นของสารกลิ่นโคลนในเนื้อที่สูง เมื่อใช้อาหารสำเร็จรูป ร่วมกับการใช้ปุ๋ยในบ่อ โดยบ่อที่ใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลให้ปริมาณสารกลิ่นโคลนในเนื้อสูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ ส่วนบ่อที่ให้อาหารสำเร็จรูปอย่างเดียวพบว่ามีผลให้สารกลิ่นโคลนในเนื้อปลาต่ำ

กลิ่นโคลน (off-flavor) ที่สำคัญซึ่งพบในสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยง คือกลิ่นโคลน (musty/earthy off-flavor) ส่งผลกระทบต่อการนำสัตว์น้ำและอุตสาหกรรมทางด้านประมงอย่างมาก เนื่องจากกลิ่นโคลนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคสัตว์น้ำไม่ยอมรับ (Persson, 1982) โดยสัตว์น้ำที่พบปัญหาดังกล่าวได้แก่ ปลาคอดอเมริกัน (Martin *et al.*, 1990) ปลาแซลมอน (Farmer *et al.*, 1995) ปลาเรนโบว์เทราท์ (Yurkowski and Tabachek, 1974; Form and Horlyck, 1984) ปลาเฮอริง (herring) และปลาแคร์พ (carp) (Yurkowski and Tabachek, 1980) หอยกาบ (Tanchotikul and Hsieh, 1990) กุ้ง (Lovell and Broce, 1985)

ทั้งนี้ปัญหากลิ่นโคลนอาจเกิดขึ้นเนื่องจากปลากินสารประกอบกลิ่นโคลนเข้าไปโดยตรง หรือมีการปนเปื้อนกับสิ่งที่ปลากิน หรือผ่านเข้าสู่ตัวปลาโดยการดูดซึมในส่วนของอวัยวะต่างๆ (Tanchotikul, 1990) สัตว์น้ำสามารถดูดซึมสารเมแทบอลิต์ที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนผ่านเหงือก หรือ เนื้อเยื่อต่างๆ ที่สัมผัสน้ำมากกว่าการกินสาหร่ายหรือแบคทีเรียที่ผลิตสารโดยตรง (Form and Horlyck, 1984) ไปสะสมอยู่ในร่างกายโดยเฉพาะเนื้อเยื่อที่มีไขมันสูง (Martin *et al.*, 1990)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. บ่อดินขนาดกว้าง 5 ม. ยาว 14.2 ม.
2. ปลาบึกน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 200-400 กรัม
3. เครื่องเขย่าตัวอย่าง
4. เครื่องสกัดตัวอย่างด้วยความร้อน
5. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
6. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าและถาดให้ความร้อน
7. ถังกรองแพลงก์ตอน 10 ไมครอน
8. สวิตช์ตกปลา
9. กระละมั่ง
10. ถังน้ำขนาด 5 ลิตร
11. ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง
12. หลอดหยด (Dropper)
13. แผ่นสไลด์ และ Cover glass
14. Lugol's solution
15. กล้องจุลทรรศน์พร้อมกล้องดิจิตอล
16. เครื่องชั่ง
17. ถังพลาสติก
18. เครื่องมือผ่าตัด
19. จีออสมิน (Geosmin: Trans-1, 10-Dimethyl-trans-decalin-ol ของ Sigma)
20. 2 – เมทิลไอโซบอร์เนอล (MIB: 2-methylisoborneol ของ Sigma)
21. เมททานอล

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้บ่อดินขนาด 100 ตร.ม. จำนวน 6 บ่อ รักษาระดับน้ำให้มีความลึกไม่ต่ำกว่า 1 เมตร ตลอดการทดลอง โดยบ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ และบ่อที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติ ตลอดการทดลอง

2. สัตว์ทดลอง

ปลาบึกที่มีขนาดความยาวประมาณ 12 – 14 นิ้ว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 200 - 400 กรัม/ตัว โดยนำปลาบึกมาพักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 5 ตร.ม. เป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักปลาเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในบ่อทดลอง ให้อาหารด้วยอาหารสำเร็จรูปปลากินพืชเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ปลาปรับสภาพ ก่อนเริ่มทำการทดลอง

3. การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป

จากผลการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) ศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก พบว่า ระบบการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก คือ การเลี้ยงที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดการทดลอง โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตรา 40 กก./ไร่/สัปดาห์

นำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาทำการศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 (ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) โดยสุ่มปล่อยปลาบึกที่มีขนาดความยาวประมาณ 12 – 14 นิ้ว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 200 - 400 กรัม/ตัว ลงคอกพลาสติก ขนาด 5 ตร.ม. จำนวน 3 ตัว/คอก ในบ่อทั้ง 6 บ่อ (6 ทรีตเมนต์) (ภาพที่ 2)

ทำการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่ปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อทดลองทั้ง 6 บ่อ (6 ทรีตเมนต์) ในอัตราต่างๆ ดังนี้

- บ่อที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน + ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ
- บ่อที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2% ของน้ำหนักตัว/วัน + มีการสร้างอาหารธรรมชาติ
- บ่อที่ 3 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน + มีการสร้างอาหารธรรมชาติ
- บ่อที่ 4 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% ของน้ำหนักตัว/วัน + มีการสร้างอาหารธรรมชาติ
- บ่อที่ 5 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5% ของน้ำหนักตัว/วัน + มีการสร้างอาหารธรรมชาติ
- บ่อที่ 6 ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป + มีการสร้างอาหารธรรมชาติ

ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่ปลาบึกวันละ 2 ครั้ง (08.00 - 09.00 น. และ 15.00 - 16.00 น.) ตลอดการทดลอง (เดือนพฤษภาคม - ธันวาคม 2551) สุ่มจับปลาบึกมาตรวจวัดประสิทธิภาพการเติบโตทุก 1 เดือน และปรับปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 1 เดือน จนครบระยะเวลาของการทดลอง



ภาพที่ 2 การสุ่มปล่อยปลาบึกที่ใช้ในการทดลองลงในคอกพลาสติค

4. การตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ในบ่อทดลองทั้ง 6 บ่อ ทุก 15 วัน (ภาพที่ 3) จนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่

- ค่าความโปร่งแสงของน้ำ โดยใช้ Secchi disc
- อุณหภูมิอากาศและน้ำ โดยใช้ Thermometer
- ค่าความเป็นกรด - ด่างโดยใช้ pH meter (Schott-Gerate CG 840)
- ค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ Conductivity meter
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด โดยใช้ TDS meter
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยวิธี Azide modification
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธี Direct Nesslerization
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน โดยวิธี Phenoldisulfonic acid
- ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส โดยวิธี Stannous chloride



ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำที่บ่อและในห้องปฏิบัติการ

5. วิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ทุก 15 วัน ในบ่อทั้ง 6 บ่อ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่ระดับผิวน้ำ ใช้ถังน้ำขนาด 5 ลิตร ตักน้ำปริมาตร 30 ลิตร กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (Plankton net) ขนาดตา 10 ไมโครเมตร แล้วเก็บตัวอย่างน้ำที่เหลือปลายกระบอกของถุงกรองแพลงก์ตอน เทใส่ในขวดพลาสติกเก็บตัวอย่าง เติมน้ำยาดอง Lugol 's solution (อัตรา 1:100) แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์จัดจำแนกชนิดและนับปริมาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและตรวจวินิจฉัยชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์

6. การตรวจสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

นับและชั่งน้ำหนักปลาในแต่ละกระชัง ทุก 1 เดือน (ภาพที่ 5) ตลอดจนการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหาร และคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

= (น้ำหนักปลาทั้งหมด/จำนวนปลาทั้งหมด)

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

= $100 \times (\ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}) /$

จำนวนวันที่ทดลอง

ค. ปริมาณอาหารที่ปลาต้องการเพื่อดำรงชีพต่อวัน (Daily feed consumption; DFC) (% of body weight)

$$= 100 \times [\text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน} / (\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น} + \text{น้ำหนักปลาสุดท้ายการทดลอง} / 2) \times (\text{จำนวนวัน})]$$

ง. อัตรารอด (Survival rate) %

$$= (\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

จ. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.)} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$$

ฉ. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase) กรัม

$$= \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}$$



ภาพที่ 5 การชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาน้ำจืดเพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

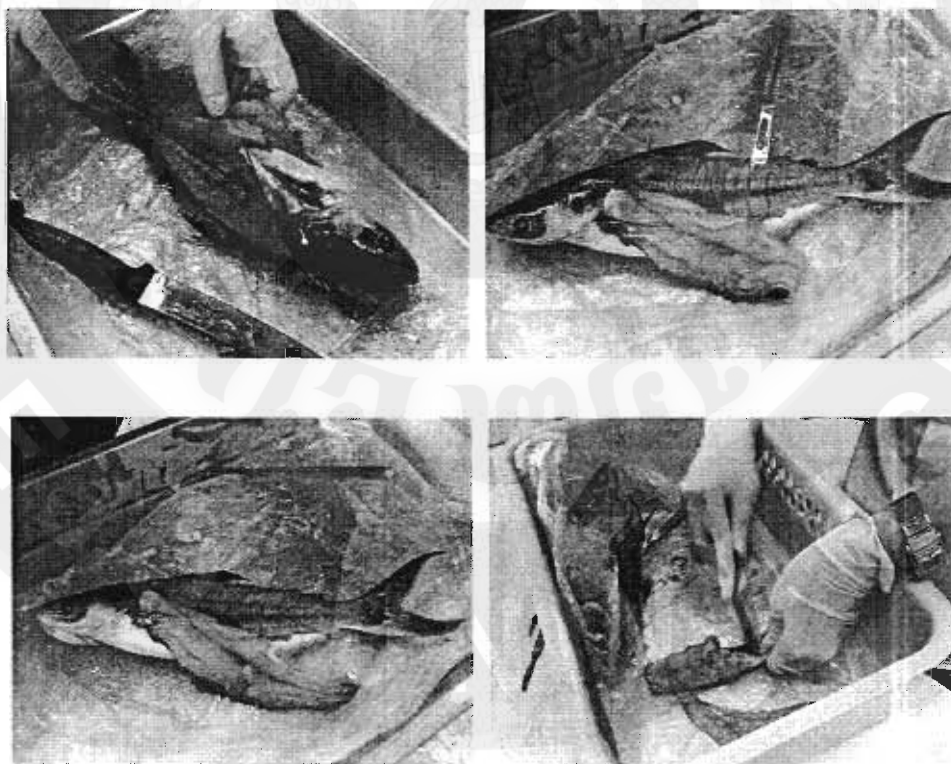
7. การวิเคราะห์กลิ่นโคลน

การวิเคราะห์กลิ่นโคลนในเนื้อปลาน้ำจืด โดยใช้วิธี GC/MS โดยใช้สารมาตรฐานจากบริษัท Sigma ตรวจสอบชนิดและปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในปลาน้ำจืด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 6)

1. เก็บตัวอย่างน้ำบ่อเลี้ยง ดินพื้นบ่อ และเนื้อปลาน้ำจืด เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารจีโอสมินและเอ็มไอบี โดยการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ในน้ำจะใช้น้ำจากบ่อเลี้ยงปริมาตร 10 มิลลิลิตร หรือในดินพื้นบ่อจะใช้ดินประมาณ 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในขวด vial ขนาด 20 มิลลิลิตร ส่วนการวิเคราะห์ความเข้มข้นของจีโอสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาน้ำจืด แดงแปลงเพศทำได้โดยนำตัวอย่างเนื้อปลาน้ำจืดแดงมาบดให้ละเอียด ใส่ในขวด ไวอัล (vial) 5 กรัม พร้อมเติมเมทานอล 10 มิลลิลิตร

2. นำขวดไวอัลที่มีตัวอย่างพร้อมวิเคราะห์เดิมโซเดียมคลอไรด์ 1.9 กรัม ใส่ magnetic bar ปิดฝาด้วยจุกยางทนความร้อนสูง และฝาอะลูมิเนียม (aluminium cap) จากนั้นนำขวดไวอัลวางบนเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าและกวนให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแท่งเข็มไฟเบอร์ที่ประกอบเข้ากับอุปกรณ์ SPME (solid phase microextraction) เข้าไปในขวดตัวอย่างทิ้งไว้เป็นเวลา 12 นาที เพื่อให้ไฟเบอร์ทำการจับกับสารประกอบจีโอสมินและเอ็มไอบี ในตัวอย่าง

3. นำชุดอุปกรณ์ SPME ฉีดเข้ากับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Agilent Technologies 6890 N Network GC System) เข้าไปตรงตำแหน่งที่ฉีดสารของเครื่อง โดยใช้ Splitless mode ผ่านแคปิลลารีคอลัมน์ (DB-DURABOND) HP-5 (30 m. x 0.32 mm. 0.25 μ m. 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



ภาพที่ 6 ปลาบึกที่ได้จากการทดลอง โดยนำเนื้อปลาบึกไปตรวจวัดปริมาณสารประกอบจีโอสมิน และเอ็มไอบี

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC 9.0.0 โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Duncan Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์ Correlation และ Regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและความเป็นไปได้ในการลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป

9. สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลิ่นโคลน ในเนื้อปลาบึก

จากผลการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) ศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก พบว่าระบบการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก คือ การเลี้ยงที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดการทดลอง โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตรา 40 กก./ไร่/สัปดาห์ นำผลการทดลองที่ได้มาทำการศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 ซึ่งปรากฏผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึก

ผลการศึกษาดูว่าวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อทั้ง 6 บ่อ (6 ทรีตเมนต์) ตลอดระยะเวลาการทดลอง แสดงในตารางที่ 1, 2 และ ภาพที่ 7

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกในแต่ละบ่อ

เดือน	บ่อ	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	SGR (%/วัน)	ADG (/วัน)	FCR	อัตราการรอด (%)
พ.ค. 51	1	316.22 ± 41.32 ^a	-	-	-	-	100
	2	305.56 ± 16.44 ^a	-	-	-	-	100
	3	296.67 ± 15.28 ^a	-	-	-	-	100
	4	315.56 ± 18.96 ^a	-	-	-	-	100
	5	252.22 ± 13.47 ^b	-	-	-	-	100
	6	276.67 ± 00.00 ^{ab}	-	-	-	-	100
มิ.ย. 51	1	405.55 ± 47.42 ^b	83.34 ± 41.63 ^{bc}	0.74 ± 0.35 ^{bc}	2.69 ± 1.34 ^{bc}	0.54 ± 0.32 ^a	100
	2	403.33 ± 12.02 ^b	97.78 ± 5.09 ^{bc}	0.89 ± 0.07 ^{bc}	3.18 ± 0.16 ^{bc}	0.23 ± 0.03 ^{bc}	100
	3	435.55 ± 45.99 ^b	138.89 ± 56.80 ^{ab}	1.22 ± 0.47 ^{ab}	4.48 ± 1.83 ^{ab}	0.32 ± 0.13 ^{ab}	100
	4	520.00 ± 43.59 ^a	204.44 ± 40.73 ^a	1.61 ± 0.28 ^a	6.59 ± 1.31 ^a	0.31 ± 0.04 ^{ab}	100
	5	360.01 ± 47.42 ^{bc}	114.44 ± 59.75 ^{bc}	1.18 ± 0.51 ^{ab}	3.69 ± 1.93 ^{ab}	0.54 ± 0.16 ^a	100
	6	319.99 ± 14.53 ^c	43.33 ± 14.53 ^c	0.47 ± 0.15 ^c	1.40 ± 0.47 ^c	0.00 ± 0.00 ^c	100
ก.ค. 51	1	485.55 ± 92.27 ^{bc}	163.33 ± 90.61 ^{cd}	0.66 ± 0.33 ^{cd}	2.68 ± 1.49 ^{cd}	0.34 ± 0.20 ^a	100
	2	598.89 ± 64.32 ^b	293.33 ± 69.28 ^{ab}	1.10 ± 0.22 ^{ab}	4.81 ± 1.14 ^{ab}	0.13 ± 0.02 ^{bc}	100
	3	537.78 ± 69.95 ^{bc}	241.00 ± 84.95 ^{bc}	0.97 ± 0.29 ^{bc}	3.95 ± 1.40 ^{bc}	0.21 ± 0.04 ^{ab}	100
	4	724.45 ± 69.39 ^a	408.78 ± 62.76 ^a	1.36 ± 0.15 ^a	6.70 ± 1.03 ^a	0.21 ± 0.01 ^{ab}	100
	5	423.33 ± 18.56 ^{cd}	171.11 ± 20.37 ^{cd}	0.85 ± 0.10 ^{bc}	2.81 ± 0.33 ^{cd}	0.36 ± 0.04 ^a	100
	6	351.11 ± 27.15 ^d	74.44 ± 27.14 ^d	0.39 ± 0.13 ^d	1.22 ± 0.45 ^d	0.00 ± 0.00 ^c	100

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เดือน	บ่อ	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	SGR (%/วัน)	ADG (/วัน)	FCR	อัตราการรอด (%)
ส.ค. 51	1	556.67 ± 81.72 ^b	234.44 ± 85.26 ^{bc}	0.59 ± 0.19 ^{ab}	2.55 ± 0.93 ^{bc}	0.23 ± 0.07 ^b	100
	2	751.11 ± 51.78 ^a	445.56 ± 56.80 ^a	0.85 ± 0.15 ^a	4.84 ± 0.62 ^a	0.10 ± 0.01 ^c	100
	3	603.33 ± 68.93 ^{ab}	306.67 ± 53.83 ^{ab}	0.76 ± 0.26 ^a	3.33 ± 1.45 ^{ab}	0.19 ± 0.04 ^b	100
	4	760.55 ± 69.00 ^a	445.00 ± 47.94 ^a	0.95 ± 0.26 ^a	4.84 ± 1.61 ^a	0.19 ± 0.01 ^b	100
	5	464.45 ± 24.11 ^{bc}	203.22 ± 30.73 ^{bc}	0.66 ± 0.04 ^{ab}	2.31 ± 0.18 ^{bc}	0.33 ± 0.01 ^a	100
	6	377.78 ± 50.48 ^c	101.11 ± 50.48 ^c	0.33 ± 0.15 ^b	1.10 ± 0.55 ^c	0.00 ± 0.00 ^d	100
ก.ย. 51	1	638.89 ± 60.49 ^{cd}	316.67 ± 74.46 ^{cd}	0.56 ± 0.13 ^b	2.57 ± 0.62 ^c	0.19 ± 0.03 ^b	100
	2	859.78 ± 52.35 ^{ab}	542.22 ± 69.73 ^{ab}	0.83 ± 0.12 ^a	4.41 ± 0.97 ^{ab}	0.10 ± 0.01 ^c	100
	3	704.44 ± 70.18 ^{bc}	374.44 ± 57.90 ^{bc}	0.69 ± 0.23 ^{ab}	3.32 ± 1.50 ^{bc}	0.17 ± 0.03 ^b	100
	4	924.44 ± 77.06 ^a	608.89 ± 82.35 ^a	0.87 ± 0.09 ^a	4.95 ± 0.67 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	100
	5	512.22 ± 15.03 ^{de}	182.00 ± 35.14 ^{de}	0.58 ± 0.02 ^b	2.11 ± 0.03 ^{cd}	0.30 ± 0.01 ^a	100
	6	395.55 ± 37.17 ^e	118.89 ± 37.17 ^e	0.29 ± 0.08 ^c	0.97 ± 0.30 ^d	0.00 ± 0.00 ^d	100
ต.ค. 51	1	682.22 ± 94.54 ^b	360.00 ± 78.98 ^c	1.20 ± 0.13 ^{ab}	2.34 ± 0.71 ^c	0.18 ± 0.04 ^b	100
	2	875.56 ± 123.00 ^a	560.00 ± 36.66 ^{ab}	1.39 ± 0.11 ^a	3.70 ± 0.82 ^{ab}	0.09 ± 0.01 ^c	100
	3	687.78 ± 146.15 ^b	391.11 ± 61.29 ^{bc}	1.25 ± 0.17 ^a	2.56 ± 1.07 ^{bc}	0.17 ± 0.03 ^b	100
	4	928.89 ± 91.07 ^a	613.33 ± 91.71 ^a	1.42 ± 0.09 ^a	3.98 ± 0.66 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	100
	5	497.79 ± 17.10 ^c	245.56 ± 20.09 ^{cd}	1.33 ± 0.31 ^a	1.59 ± 0.13 ^{cd}	0.30 ± 0.02 ^a	100
	6	386.67 ± 48.42 ^c	113.33 ± 53.34 ^d	0.93 ± 0.09 ^b	0.74 ± 0.35 ^d	0.00 ± 0.00 ^d	100
พ.ย. 51	1	702.22 ± 72.45 ^b	376.66 ± 81.45 ^{bc}	0.42 ± 0.09 ^b	2.05 ± 0.46 ^{bc}	0.17 ± 0.02 ^b	100
	2	827.85 ± 95.48 ^{ab}	522.21 ± 97.14 ^{ab}	0.54 ± 0.07 ^{ab}	2.82 ± 0.53 ^{ab}	0.10 ± 0.01 ^c	100
	3	715.56 ± 161.46 ^b	418.89 ± 96.68 ^{bc}	0.46 ± 0.15 ^{ab}	2.26 ± 0.96 ^{bc}	0.16 ± 0.03 ^b	100
	4	928.89 ± 39.76 ^a	613.33 ± 52.07 ^a	0.58 ± 0.05 ^a	3.32 ± 0.28 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	100
	5	531.11 ± 44.76 ^c	278.89 ± 36.87 ^{cd}	0.40 ± 0.03 ^b	1.51 ± 0.20 ^{cd}	0.26 ± 0.04 ^a	100
	6	418.89 ± 42.86 ^c	142.22 ± 42.86 ^d	0.22 ± 0.06 ^c	0.77 ± 0.23 ^d	0.00 ± 0.00 ^d	100
ธ.ค. 51	1	655.56 ± 93.95 ^{bc}	333.33 ± 94.14 ^{bc}	0.33 ± 0.09 ^b	1.55 ± 0.49 ^{bc}	0.19 ± 0.04 ^b	100
	2	800.00 ± 90.00 ^{ab}	494.44 ± 99.56 ^{ab}	0.50 ± 0.02 ^a	2.30 ± 0.51 ^{ab}	0.10 ± 0.01 ^c	100
	3	710.00 ± 171.40 ^b	413.33 ± 86.57 ^{bc}	0.40 ± 0.13 ^{ab}	1.92 ± 0.87 ^{bc}	0.16 ± 0.03 ^b	100
	4	900.00 ± 62.28 ^a	564.44 ± 80.03 ^a	0.49 ± 0.05 ^a	2.72 ± 0.31 ^a	0.19 ± 0.01 ^b	100
	5	514.44 ± 18.36 ^{cd}	262.22 ± 10.18 ^{cd}	0.33 ± 0.01 ^b	1.22 ± 0.05 ^{cd}	0.29 ± 0.01 ^a	100
	6	408.89 ± 79.04 ^d	132.22 ± 79.05 ^b	0.18 ± 0.09 ^c	0.62 ± 0.37 ^d	0.00 ± 0.00 ^d	100

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืดตลอดการทดลอง
 ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืดในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ตลอดการทดลอง

บ่อ / ทรีตเมนต์	ปัจจัยประสิทธิภาพการเจริญเติบโต					
	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	SGR (%/วัน)	ADG (/วัน)	FCR	อัตราการรอด (%)
บ่อ 1: ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	555.36±148.79 ^c	266.83±87.18 ^{bc}	0.64±0.32 ^b	2.35±0.88 ^c	0.26±0.18 ^b	100
บ่อ 2: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%	677.76±220.04 ^{ab}	422.22±77.13 ^a	0.87±0.31 ^{ab}	3.72±1.14 ^b	0.12±0.05 ^d	100
บ่อ 3: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	586.39±180.68 ^{bc}	326.33±93.27 ^b	0.82±0.39 ^{ab}	3.12±1.42 ^b	0.20±0.07 ^c	100
บ่อ 4: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4%	750.35±225.04 ^a	494.03±92.47 ^a	1.04±0.43 ^a	4.73±1.66 ^a	0.21±0.05 ^{bc}	100
บ่อ 5: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5%	444.45±95.65 ^d	208.21±74.39 ^c	0.76±0.41 ^b	2.18±1.03 ^c	0.34±0.10 ^a	100
บ่อ 6: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป	366.94±58.89 ^d	103.65±51.48 ^d	0.40±0.26 ^c	0.97±0.42 ^d	0.00±0.00 ^e	100

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 และ 2 พบว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในบ่อที่แตกต่างกัน ทั้ง 6 บ่อ คือ บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน บ่อที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%, 3%, 4% และ 5% ตามลำดับ และบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติ แต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป นั้น เริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่เดือนมิถุนายนภายหลังเริ่มปล่อยปลาน้ำจืดในเดือนพฤษภาคม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า

น้ำหนักเฉลี่ยของปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% มีค่าสูงสุด (750.35 ± 225.04 กรัม/ตัว) และปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าต่ำสุด (366.94 ± 58.89 กรัม/ตัว)

น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% มีค่าสูงสุด (494.03 ± 92.47 กรัม/ตัว) และปลาน้ำจืดที่เลี้ยงในบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าต่ำสุด (103.65 ± 51.48 กรัม/ตัว)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) เฉลี่ยของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% มีค่าสูงสุด ($1.04 \pm 0.43\%$ / วัน) และปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าต่ำสุด ($0.40 \pm 0.26\%$ / วัน)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG) เฉลี่ยของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% มีค่าสูงสุด (4.73 ± 1.66) และปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าต่ำสุด (0.97 ± 0.42)

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) เฉลี่ยของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5% มีค่าสูงสุด (0.34 ± 0.10) และปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าต่ำสุด (0.00 ± 0.00)

อัตราการเฉลี่ยของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อทั้ง 6 บ่อ มีค่าเท่ากันทุกบ่อ คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100%

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการเติบโตทุกปัจจัยของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อทั้ง 6 บ่อ พบว่าบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% มีประสิทธิภาพการเติบโตในส่วนของน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันเฉลี่ย มีค่าสูงกว่าบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นอัตราการแลกเนื้อ พบว่าบ่อที่ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5% นั้น มีค่าสูงกว่าบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการเฉลี่ยพบว่าทุกบ่อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

2. ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 45 ชนิด คือ ดิวิชัน Cyanophyta 8 ชนิด (คิดเป็น 17.78%) ดิวิชัน Chlorophyta 18 ชนิด (คิดเป็น 40.00%) ดิวิชัน Chrysophyta 13 ชนิด (คิดเป็น 28.89%) ดิวิชัน Pyrrophyta 1 ชนิด (คิดเป็น 2.22%) ดิวิชัน Euglenophyta 4 ชนิด (คิดเป็น 8.89%) และ ดิวิชัน Cryptophyta 1 ชนิด (คิดเป็น 2.22%) โดยจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ แสดงในตารางที่ 3 และ 4 คือ

บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 21.00 ± 4.90 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 25 ชนิด ในเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคมและพบน้อยที่สุด 11 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน

บ่อที่ 2 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2% ของน้ำหนักตัว/วัน มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 23.38 ± 5.21 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 31 ชนิด ในเดือนสิงหาคมและพบน้อยที่สุด 14 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน

บ่อที่ 3 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 21.50 ± 5.43 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 31 ชนิด ในเดือนพฤษภาคมและพบน้อยที่สุด 14 ชนิด ในเดือนตุลาคม

บ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% ของน้ำหนักตัว/วัน มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 24.75 ± 6.14 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 32 ชนิด ในเดือนพฤษภาคมและพบน้อยที่สุด 15 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน

บ่อที่ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5% ของน้ำหนักตัว/วัน มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 24.13 ± 6.92 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 31 ชนิด ในเดือนสิงหาคม และพบน้อยที่สุด 10 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน

บ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีจำนวนชนิดเฉลี่ย 23.13 ± 6.80 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 29 ชนิด ในเดือนพฤษภาคม และพบน้อยที่สุด 10 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์

(เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551)

เดือน	พฤษภาคม 2551						มิถุนายน 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
Division Cyanophyta												
<i>Anabaena</i> sp.	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aphanothece</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
<i>Raphidiopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Merismopedia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-
Division Chlorophyta												
<i>Actinastrum lagerheimia</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Botryococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i> sp.	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>Cosmarium</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
<i>Closterium</i> sp.	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+
<i>Crucigenia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Eudonna</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis</i> sp.	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Pandorina</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Pediastrum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Secnedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>Tetraedron minimum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron</i> sp.	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
<i>Volvox</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	พฤษภาคม 2551						มิถุนายน 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
ชนิดแพลงก์ตอนพืช / บ่อ												
Division Chrysophyta												
<i>Cyclotella</i> sp.	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Fragilaria</i> sp.	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
<i>Melosira granulata</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Pinnularia</i> sp.	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Rhopalodia</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Sunirella</i> sp.	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Synedra</i> sp.	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+
Division Pyrrophyta												
<i>Peridinium</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Euglenophyta												
<i>Euglena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Cryptophyta												
<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	กรกฎาคม 2551						สิงหาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
Division Cyanophyta												
<i>Anabaena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aphanothece</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Lyngbya limnetica</i>	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
<i>Raphidiopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Merismopedia</i> sp.	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Division Chlorophyta												
<i>Actinastrum lagerheimia</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Botryococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i> sp.	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Closterium</i> sp.	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Crucigenia</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Eudonna</i> sp.	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Pandorina</i> sp.	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Pediastrum</i> sp.	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Secnedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staurostrum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Tetraedron minimum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Valvox</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	กรกฎาคม 2551						สิงหาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
ชนิดแพลงก์ตอนพืช / บ่อ												
Division Chrysophyta												
<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira granulata</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Rhopalodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Surirella</i> sp.	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Synedra</i> sp.	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Division Pyrrophyta												
<i>Peridinium</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Euglenophyta												
<i>Euglena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Cryptophyta												
<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	กันยายน 2551						ตุลาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
ชนิดแพลงก์ตอนพืช / บ่อ												
Division Cyanophyta												
<i>Anabaena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanothece</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Raphidiopsis</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia</i> sp.	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+
Division Chlorophyta												
<i>Actinastrum lagerheimia</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Botryococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+
<i>Coelastrum</i> sp.	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+
<i>Cosmarium</i> sp.	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Closterium</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Crucigenia</i> sp.	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Eudorina</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Oocystis</i> sp.	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Pandorina</i> sp.	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Pediastrum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Secnedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron</i> sp.	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Volvox</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	กันยายน 2551						ตุลาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
Division Chrysophyta												
<i>Cyclotella</i> sp.	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-
<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Melosira granulata</i>	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Rhopalodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i> sp.	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Division Pyrrophyta												
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Division Euglenophyta												
<i>Euglena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Division Cryptophyta												
<i>Cryptomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	พฤศจิกายน 2551						ธันวาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
Division Cyanophyta												
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Aphanothece</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Raphidiopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Division Chlorophyta												
<i>Actinastrum lagerheimia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+
<i>Botryococcus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum</i> sp.	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crucigenia</i> sp.	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Eudonna</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Oocystis</i> sp.	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>Pandorina</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Secnedesmus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tetraedron</i> sp.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Volvox</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	พฤศจิกายน 2551						ธันวาคม 2551					
	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6	บ่อ 1	บ่อ 2	บ่อ 3	บ่อ 4	บ่อ 5	บ่อ 6
ชนิดแพลงก์ตอนพืช / บ่อ												
Division Chrysophyta												
<i>Cyclotella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira granulata</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>Navicula</i> sp.	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Synedra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Pyrrophyta												
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Division Euglenophyta												
<i>Euglena</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
<i>Trachelomonas</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Division Cryptophyta												
<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: + พบ / - ไม่พบ

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึก
แต่ละบ่อตลอดการศึกษา

บ่อ / ทริตเมนต์	ปัจจัย	
	จำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืช	ปริมาณแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/มล.)
บ่อ 1 : ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	21.00 ± 4.90^a	10.74 ± 3.72^b
บ่อ 2 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%	23.38 ± 5.21^a	15.17 ± 5.71^b
บ่อ 3 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	21.50 ± 5.43^a	19.89 ± 2.44^{ab}
บ่อ 4 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4%	24.75 ± 6.14^a	35.42 ± 6.24^a
บ่อ 5 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5%	24.13 ± 6.92^a	27.15 ± 3.10^{ab}
บ่อ 6 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป	23.13 ± 6.80^a	17.08 ± 5.30^{ab}

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อตลอดการทดลอง พบว่าบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% ของน้ำหนักตัว/วัน พบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุด คือ 35.42 ± 6.24 เซลล์/มิลลิลิตร และบ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน มีปริมาณเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 10.74 ± 3.72 เซลล์/มิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าปริมาณเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละบ่อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสามารถแบ่งปริมาณเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่แตกต่างออกได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (บ่อที่ 3, 4, 5 และ 6) มีปริมาณเฉลี่ย $17.08 \pm 5.30 - 35.42 \pm 6.24$ เซลล์/มิลลิลิตร และกลุ่มที่ 2 (บ่อที่ 1, 2, 3, 5 และ 6) มีปริมาณเฉลี่ย $10.74 \pm 3.72 - 27.15 \pm 3.10$ เซลล์/มิลลิลิตร

3. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อ/ทรีตเมนต์ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551 ปรากฏผลการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อ
(ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

บ่อ / ทรีตเมนต์	ระดับความลึกของน้ำ (เมตร)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)	ความโปร่งแสง (เมตร)
บ่อ 1 : ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	0.52 ± 0.04 d	26.56 ± 3.67 a	25.63 ± 2.86 a	0.27 ± 0.07 a
บ่อ 2 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%	0.65 ± 0.05 b	26.44 ± 3.63 a	25.63 ± 2.86 a	1.14 ± 0.52 a
บ่อ 3 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	0.72 ± 0.07 a	26.44 ± 3.63 a	26.06 ± 2.97 a	0.26 ± 0.06 a
บ่อ 4 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4%	0.56 ± 0.03 cd	26.44 ± 3.63 a	25.88 ± 2.85 a	0.23 ± 0.09 a
บ่อ 5 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5%	0.61 ± 0.05 bc	26.44 ± 3.63 a	25.88 ± 2.86 a	0.28 ± 0.09 a
บ่อ 6 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป	0.62 ± 0.07 b	26.19 ± 3.20 a	25.88 ± 2.85 a	0.36 ± 0.07 a

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ระดับความลึกของน้ำ พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 3 (0.72 ± 0.07 เมตร) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 1 (0.52 ± 0.04 เมตร)

อุณหภูมิอากาศ พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 1 (26.56 ± 3.67 $^{\circ}\text{C}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 6 (26.19 ± 3.20 $^{\circ}\text{C}$)

อุณหภูมิน้ำ พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 3 (26.06 ± 2.97 $^{\circ}\text{C}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 1 (25.63 ± 2.86 $^{\circ}\text{C}$)

ความโปร่งแสง พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 2 (1.14 ± 0.52 เมตร) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 4 (0.23 ± 0.09 เมตร)

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระดับความลึกของน้ำในแต่ละบ่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำทางด้านเคมีในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อ
(ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

บ่อ / ทรีตเมนต์	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำ (mg/L)	ความนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายน้ำ (mg/L)
บ่อ 1: ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	$6.76 \pm 0.42 \text{ b}$	$83.75 \pm 21.00 \text{ c}$	$171.88 \pm 43.33 \text{ c}$	$3.64 \pm 1.18 \text{ a}$
บ่อ 2 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%	$6.85 \pm 0.45 \text{ ab}$	$94.38 \pm 17.61 \text{ c}$	$195.00 \pm 38.36 \text{ c}$	$4.10 \pm 1.10 \text{ a}$
บ่อ 3 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	$6.85 \pm 0.36 \text{ ab}$	$93.13 \pm 16.68 \text{ c}$	$190.63 \pm 32.56 \text{ c}$	$3.58 \pm 0.94 \text{ a}$
บ่อ 4 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4%	$6.73 \pm 0.36 \text{ b}$	$105.00 \pm 23.30 \text{ c}$	$214.38 \pm 45.00 \text{ c}$	$3.86 \pm 1.27 \text{ a}$
บ่อ 5 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5%	$7.08 \pm 0.21 \text{ ab}$	$143.13 \pm 20.52 \text{ b}$	$292.50 \pm 42.34 \text{ b}$	$3.34 \pm 1.46 \text{ a}$
บ่อ 6 : มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป	$7.20 \pm 0.23 \text{ a}$	$182.50 \pm 19.46 \text{ a}$	$368.75 \pm 39.71 \text{ a}$	$3.29 \pm 0.63 \text{ a}$

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ความเป็นกรด-ด่าง พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 6 (7.20 ± 0.23) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 4 (6.73 ± 0.36)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 6 ($182.50 \pm 19.46 \text{ mg/L}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 1 ($83.75 \pm 21.00 \text{ mg/L}$)

ความนำไฟฟ้า พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 6 ($368.75 \pm 39.71 \mu\text{s}/\text{cm}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 1 ($171.88 \pm 43.33 \mu\text{s}/\text{cm}$)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 2 ($4.10 \pm 1.10 \text{ mg/L}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 6 ($3.29 \pm 0.63 \text{ mg/L}$)

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และ ความนำไฟฟ้าในแต่ละบ่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 6 (ต่อ)

บ่อ / ทรีตเมนต์	ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน (mg/L)	ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน (mg/L)	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (mg/L)
บ่อ 1: ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	$0.982 \pm 0.747 \text{ a}$	$0.867 \pm 0.691 \text{ a}$	$0.203 \pm 0.105 \text{ c}$
บ่อ 2: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2%	$0.879 \pm 0.497 \text{ a}$	$1.311 \pm 0.651 \text{ a}$	$1.167 \pm 0.679 \text{ c}$
บ่อ 3: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3%	$0.825 \pm 0.488 \text{ a}$	$1.076 \pm 0.710 \text{ a}$	$1.129 \pm 0.385 \text{ c}$
บ่อ 4: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4%	$1.191 \pm 0.946 \text{ a}$	$0.753 \pm 0.698 \text{ a}$	$2.000 \pm 0.500 \text{ c}$
บ่อ 5: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + อาหารเม็ดสำเร็จรูป 5%	$1.007 \pm 0.909 \text{ a}$	$0.794 \pm 0.704 \text{ a}$	$2.094 \pm 0.611 \text{ c}$
บ่อ 6: มีการสร้างอาหารธรรมชาติ + ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป	$0.776 \pm 0.734 \text{ a}$	$1.263 \pm 0.730 \text{ a}$	$2.053 \pm 0.859 \text{ c}$

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 4 ($1.191 \pm 0.946 \text{ mg/L}$)
และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 6 ($0.776 \pm 0.734 \text{ mg/L}$)

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 2 ($1.311 \pm 0.651 \text{ mg/L}$) และมี
ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 4 ($0.753 \pm 0.698 \text{ mg/L}$)

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส พบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในบ่อที่ 5 ($2.094 \pm 0.611 \text{ mg/L}$) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในบ่อที่ 1 ($0.203 \pm 0.105 \text{ mg/L}$)

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ในแต่ละบ่อมีความ
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึก กับปัจจัยต่างๆ

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึก กับปัจจัยต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม 2551 (ตารางที่ 7) พบว่า

น้ำหนักเฉลี่ยของปลาบึกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ($r = 0.303^*$) และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ($r = 0.333^*$) และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเป็นกรด-ด่าง ($r = -0.599^{**}$) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = -0.604^{**}$) ความนำไฟฟ้า ($r = -0.603^{**}$) ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ($r = -0.481^{**}$) และปริมาณออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ($r = -0.345^*$) ตามลำดับ

น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปลาบึกมีความสัมพันธ์เชิงลบกับกรด-ด่าง ($r = -0.675^{**}$) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = -0.657^{**}$) ความนำไฟฟ้า ($r = -0.658^{**}$) และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ($r = -0.439^{**}$) ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิน้ำ ($r = 0.552^{**}$) อุณหภูมิอากาศ ($r = 0.396^{**}$) และความโปร่งแสง ($r = 0.318^*$) ตามลำดับ

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิน้ำ ($r = 0.371^*$) และอุณหภูมิอากาศ ($r = 0.357^*$) และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($r = -0.409^{**}$) และความนำไฟฟ้า ($r = -0.399^{**}$) ตามลำดับ

อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปัจจัยใดๆ

ตารางที่ 7 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกกับปัจจัยต่างๆ

	aveheight	Weight0	SGR	ADG	FCR	Survival	Plk	Depth	Watertemp	Airtemp	Transparen	pH	TDS	EC	DO	NH3	NO3	PO4
Pearson Correlation	1	.904**	.253*	.488*	-.180	.	.303*	-.155	-.287	-.028	.248	-.589**	-.604**	-.603**	.202	.333*	-.401**	-.345*
Sig. (2-tailed)		.000	.004	.000	.089	.	.037	.292	.048	.848	.093	.000	.000	.001	.189	.021	.001	.016
N	144	128	128	128	128	144	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.984**	1	.262**	.484**	-.177*	.	.289	.041	-.295	-.120	.270	-.675**	-.657**	-.638**	.117	.278	-.439**	.247
Sig. (2-tailed)	.000		.003	.000	.047	.	.003	.786	.008	.448	.084	.000	.000	.000	.491	.075	.004	.115
N	128	128	128	128	128	128	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.253*	.262**	1	.742**	-.180*	.	-.030	-.211	.552**	.306**	.318*	-.049	-.151	-.146	.287	.167	.149	.020
Sig. (2-tailed)	.004	.003		.000	.044	.	.848	.180	.000	.009	.040	.759	.340	.361	.088	.320	.345	.902
N	128	128	128	128	128	128	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.498**	.484**	.742**	1	.130	.	-.170	-.281	.371*	.357*	.149	-.121	-.409**	-.388**	.248	.230	.140	.178
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.146	.	.283	.071	.016	.020	.348	.448	.007	.008	.116	.142	.368	.280
N	128	128	128	128	128	128	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.103	-.177*	.180*	.130	1	.	.010	-.202	.183	.077	-.129	.082	-.172	-.187	.139	.062	.165	.018
Sig. (2-tailed)	.069	.047	.044	.148	.	.	.049	.189	.222	.878	.417	.684	.277	.262	.379	.746	.206	.912
N	128	128	128	128	128	128	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	144	128	128	128	128	144	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.303*	.280	.030	-.170	.010	.	1	-.048	.576**	-.688**	-.002	.281	-.028	.026	-.150	.429**	.347**	.176
Sig. (2-tailed)	.037	.063	.848	.283	.949	.		.744	.000	.000	.534	.003	.848	.806	.280	.002	.016	.235
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.155	.041	.211	-.291	-.202	.	.049	1	.002	.005	.094	-.003	-.070	-.071	.079	-.044	-.153	.175
Sig. (2-tailed)	.292	.708	.180	.071	.199	.	.744		.879	.812	.571	.577	.837	.830	.595	.765	.299	.234
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.207	-.295	.552**	.371*	.193	.	-.575*	.032	1	.891**	.043	.393*	.193	.200	.351*	-.276	.304*	.224
Sig. (2-tailed)	.087	.050	.000	.015	.222	.	.000	.829		.000	.772	.008	.198	.172	.015	.050	.011	.125
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.039	.120	.390**	.397*	.077	.	.588**	.035	.891**	1	.023	.225	.124	.130	.470**	.209	.127	.096
Sig. (2-tailed)	.843	.449	.009	.020	.620	.	.000	.812	.000		.877	.107	.401	.377	.001	.004	.388	.516
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.245	.270	.318*	.148	.120	.	.002	.084	.043	.023	1	-.048	-.059	-.079	.073	.113	-.063	-.086
Sig. (2-tailed)	.093	.084	.040	.348	.417	.	.534	.571	.772	.877		.759	.642	.663	.623	.443	.672	.268
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.598**	-.675**	-.049	-.121	.092	.	.261	-.083	.382**	.235	-.048	1	.845**	.850**	.181	.475**	.473**	.400**
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.759	.448	.564	.	.063	.577	.006	.107	.769		.000	.000	.273	.001	.001	.006
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.604**	-.657**	.151	-.409*	.172	.	.028	-.070	.163	.174	-.009	.945**	1	.999**	-.077	.183	.173	.544**
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.340	.007	.277	.	.849	.837	.188	.401	.842	.000		.000	.604	.214	.238	.000
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.603**	-.658**	.145	.369**	.167	.	.025	.071	.200	.130	-.079	.650**	.999**	1	.077	.178	.178	.540**
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.381	.008	.292	.	.860	.830	.172	.377	.593	.000	.000		.005	.227	.226	.000
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.202	.117	.287	.248	.139	.	.166	.079	.361*	.470**	.073	.161	-.077	.077	1	.013	.004	.023
Sig. (2-tailed)	.188	.461	.088	.116	.379	.	.260	.595	.015	.001	.823	.273	.604	.605		.930	.523	.875
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	.333*	.278	.157	.230	-.052	.	.426*	-.044	.276	.269	.110	-.475**	.183	-.178	.013	1	.310*	.095
Sig. (2-tailed)	.021	.076	.320	.142	.746	.	.002	.785	.058	.064	.443	.001	.214	.227	.930		.032	.520
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.481**	.430*	.149	.143	.105	.	-.347*	-.163	.304*	.127	-.063	.473*	.173	.178	-.094	.310*	1	.101
Sig. (2-tailed)	.001	.004	.346	.368	.296	.	.018	.288	.011	.368	.872	.001	.238	.228	.523	.032		.495
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Pearson Correlation	-.346*	.247	.020	-.178	-.018	.	.175	.175	.224	.099	-.085	.400**	.548**	.548**	-.023	.095	.101	1
Sig. (2-tailed)	.010	.115	.902	.260	.912	.	.235	.234	.125	.516	.568	.005	.000	.000	.875	.520	.495	
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

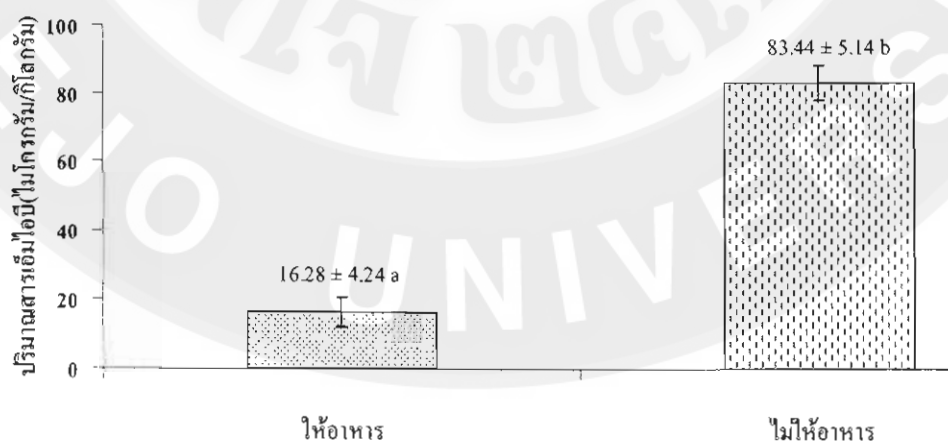
a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

5. ผลของระบบการเพาะเลี้ยงต่อการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึก

จากการทดลองเลี้ยงปลาบึกในบ่อดินขนาด 100 ตร.ม. จำนวน 6 บ่อ ซึ่งแบ่งเป็น 6 หน่วย การทดลอง คือ หน่วยการทดลองที่ 1 ให้อาหาร 3% ไม่สร้างอาหารธรรมชาติ (ควบคุม) หน่วยการทดลองที่ 2 ให้อาหาร 2% สร้างอาหารธรรมชาติ หน่วยการทดลองที่ 3 ให้อาหาร 3% สร้างอาหารธรรมชาติ หน่วยการทดลองที่ 4 ให้อาหาร 4 % สร้างอาหารธรรมชาติ หน่วยการทดลองที่ 5 ให้อาหาร 5% สร้างอาหารธรรมชาติ และหน่วยการทดลองที่ 6 ไม่ให้อาหาร สร้างอาหารธรรมชาติ ภายหลังการเลี้ยง 8 เดือน

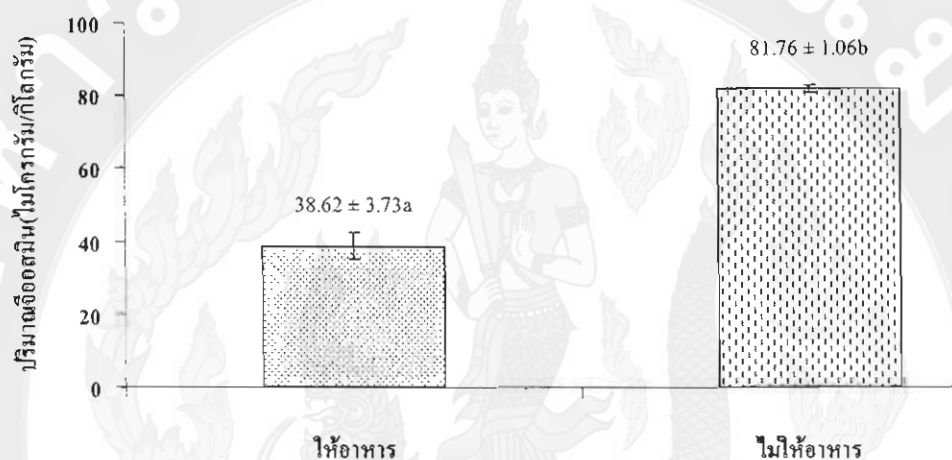
5.1 ปริมาณสารประกอบจีโอสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร

จากการทดลองเลี้ยงปลาบึกในบ่อดินขนาด 100 ตร.ม. ที่ให้อาหาร(5 % ของน้ำหนักตัว) และไม่ให้อาหาร ทำการวัดปริมาณสารประกอบจีโอสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึก พบว่า ค่าปริมาณเฉลี่ยของเอ็มไอบี เท่ากับ 16.28 ± 4.24 และ 83.44 ± 5.14 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงปลาบึกโดยไม่ให้อาหารและสร้างอาหารธรรมชาติ มีปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีมากกว่าที่ให้อาหาร และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร

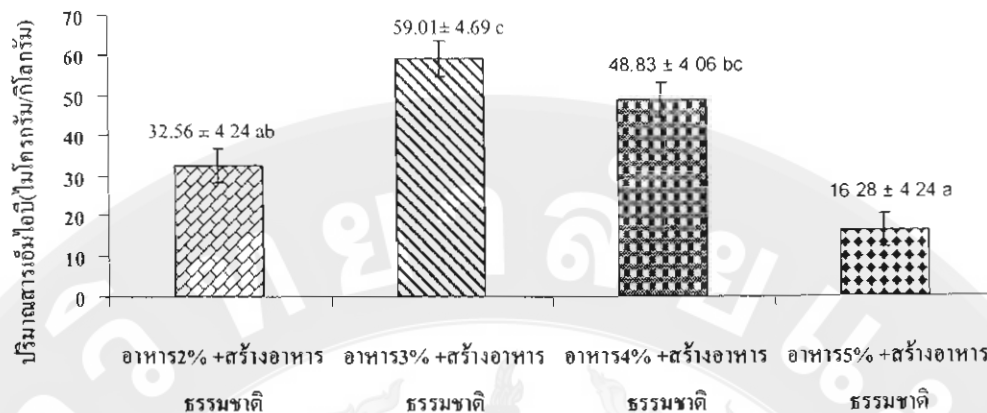
ส่วนปริมาณสารประกอบจีโอสมินในเนื้อปลาบึก พบว่า ค่าปริมาณเฉลี่ยของจีโอสมิน เท่ากับ 38.62 ± 3.73 และ 81.76 ± 1.06 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยง ปลาบึกโดยไม่ให้อาหารและสร้างอาหารธรรมชาติ มีปริมาณสารประกอบจีโอสมินมากกว่าที่ให้ อาหาร (5 % ของน้ำหนักตัว) และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบจีโอสมินมา เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ปริมาณสารประกอบจีโอสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร

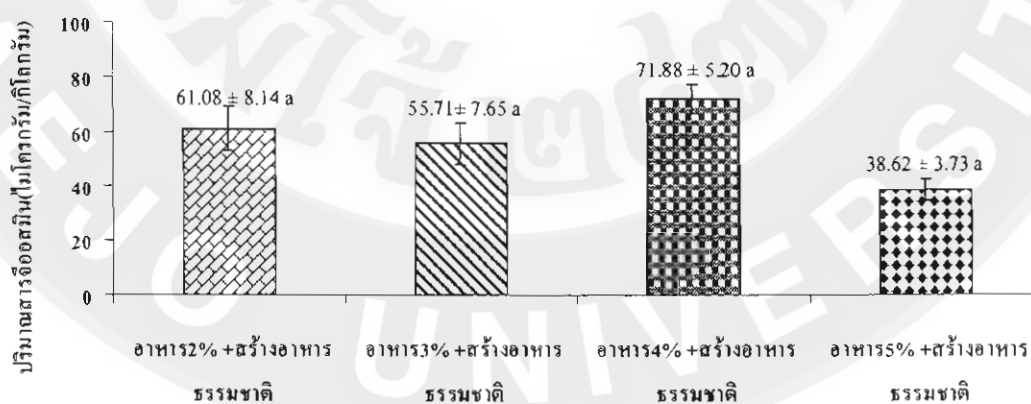
5.2 ปริมาณสารประกอบจีโอสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารในอัตราที่แตกต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงปลาบึกในบ่อดินขนาด 100 ตร.ม. ที่ให้อาหารในอัตราส่วน 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการวัดปริมาณสารประกอบจีโอสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึก พบว่า ค่า ปริมาณเฉลี่ยของเอ็มไอบี เท่ากับ 32.56 ± 4.24 , 59.01 ± 4.69 , 48.83 ± 4.06 และ 16.28 ± 4.24 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงปลาบึกที่ให้อาหารในอัตราส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกน้อยที่สุด และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณ สารประกอบเอ็มไอบีมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าหน่วยการทดลองที่ให้อาหาร 5 มีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ให้อาหาร 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ให้อาหาร 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณสารประกอบเอมิโอในเนื้อปลาน้ำจืดที่ให้อาหารในอัตราที่ต่างกัน

ส่วนปริมาณสารประกอบไขมันในเนื้อปลาน้ำจืด พบว่า ค่าปริมาณเฉลี่ยของไขมันเท่ากับ 61.08 ± 8.14 , 55.71 ± 7.65 , 71.88 ± 5.20 และ 38.62 ± 3.73 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงปลาน้ำจืดที่ให้อาหารในอัตราส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณสารประกอบไขมันในเนื้อปลาน้ำจืดน้อยที่สุด และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบไขมัน มาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปริมาณสารประกอบไขมันในเนื้อปลาน้ำจืดที่ให้อาหารในอัตราที่ต่างกัน

5.3 ปริมาณสารประกอบจืออสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหาร (3 % ของน้ำหนักตัว) โดยสร้างอาหารธรรมชาติ และไม่สร้างอาหารธรรมชาติ

จากการทดลองเลี้ยงปลาบึกในบ่อดินขนาด 100 ตร.ม. ที่ให้อาหาร (3 % ของน้ำหนักตัว) โดยสร้างอาหารธรรมชาติ และไม่สร้างอาหารธรรมชาติ ทำการวัดปริมาณสารประกอบจืออสมินและเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึก พบว่า ค่าปริมาณเฉลี่ยของเอ็มไอบี เท่ากับ 48.85 ± 9.33 และ 59.01 ± 4.69 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงปลาที่ให้อาหาร (3 % ของน้ำหนักตัว) และไม่สร้างอาหารธรรมชาติ จะมีปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีในเนื้อปลาบึกน้อยที่สุด และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบเอ็มไอบีมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ปริมาณสารประกอบจืออสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร

ส่วนปริมาณสารประกอบจีโอสมินในเนื้อปลาบึก พบว่า ค่าปริมาณเฉลี่ยของจีโอสมิน เท่ากับ 65.53 ± 0.52 และ 55.71 ± 7.65 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเลี้ยง ปลาที่ให้อาหาร (3 % ของน้ำหนักตัว) และไม่สร้างอาหารธรรมชาติ จะมีปริมาณสารประกอบจีโอสมินในเนื้อปลาบึกน้อยที่สุด และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบจีโอสมินมา เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ปริมาณสารประกอบจีโอสมินในเนื้อปลาบึกที่ให้อาหารและไม่ให้อาหาร

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลืนโคลนในเนื้อปลาบึก โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและมีการสร้างอาหารธรรมชาติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้นำผลการทดลองที่ 1 (ปีที่ 1) ศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก ที่มีผลการทดลองที่ดีที่สุด มาศึกษาต่อเนื่องในการทดลองที่ 2 (ปีที่ 2) ศึกษาผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการสะสมกลืนโคลนในเนื้อปลาบึก ทั้งนี้เมื่อพิจารณาผลการทดลองที่ 1 พบว่าระบบการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึก คือ การเลี้ยงที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดการทดลอง โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตรา 40 กก./ไร่/สัปดาห์

สำหรับการทดลองที่ 2 ทำการเลี้ยงปลาบึกในบ่อจำนวน 6 บ่อ คือ บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน บ่อที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 2, 3, 4 และ 5% ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ และบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติ แต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงปลาบึก ระหว่างเดือนพฤษภาคม - ธันวาคม 2551 เป็นระยะเวลา 8 เดือน ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาบึก ที่เลี้ยงในบ่อที่ 4 มีค่าสูงกว่าบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน และนอกจากนี้หากพิจารณาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกในบ่อที่ 4 กับ บ่อที่ 5 ที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติเช่นเดียวกัน เพียงแต่บ่อที่ 5 นั้น ได้ให้อาหารสำเร็จรูป 5% ของน้ำหนักตัว/วัน อัตราเดียวกับการทดลองที่ 1 ซึ่งถือว่าเป็นทริตเมนต์ควบคุม โดยผลการทดลองปรากฏชัดว่า หากมีการสร้างอาหารธรรมชาติ แล้วลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปลงมาเหลือ 4%, 3% หรือ แม้แต่เหลือ 2% ของน้ำหนักตัว/วัน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกก็ไม่ลดลงตาม กลับทำให้มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดียิ่งขึ้น และผลการทดลองที่ได้ยังปรากฏชัดว่าอัตราการแลกเนื้อของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 5 นั้น มีค่าสูงกว่าบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อันเป็นผลมาจากอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่สูงถึง 5% ของน้ำหนักตัว/วัน

เมื่อพิจารณาผลการทดลองที่ 2 นี้ พบว่ายังให้ผลที่สนับสนุนและสอดคล้องกับการทดลองที่ 1 ที่การเลี้ยงปลาบึกโดยมีการสร้างอาหารธรรมชาติจะมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่า การเลี้ยงปลาบึกโดยไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ กล่าวคือ หากพิจารณาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 1 และ 3 ที่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในอัตราที่เท่ากัน คือ 3% ของน้ำหนักตัว/วัน เพียงแต่บ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติ และบ่อที่ 3 มีการสร้าง

อาหารธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่าปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 3 มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีกว่าปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาบ่อที่ 6 มีการสร้างอาหารธรรมชาติแต่ไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป พบว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกมีค่าน้อยกว่าปลาบึกที่เลี้ยงในบ่ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จึงชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาบึกในสภาพที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติยังคงต้องมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไม่สามารถงดไม่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเลยได้

บัญญัติ และคณะ (2549) รายงานว่า การเลี้ยงปลาโดยมีการสร้างอาหารธรรมชาติบางครั้งอาหารธรรมชาติที่สร้างขึ้นในบ่อเลี้ยงปลานั้น อาจจะไม่มิต่อผลผลิตของปลาก็ได้เนื่องจากปลาอาจได้รับอิทธิพลโดยตรงจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เป็นอาหารอยู่แล้ว

ดังนั้นจากข้อมูลการทดลองจึงสรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาโดยมีการสร้างอาหารธรรมชาติมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาบึก และสามารถลดอัตราการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปได้ในสภาพการเลี้ยงดังกล่าว

ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน 45 ชนิด คือ ดิวิชัน Cyanophyta 8 ชนิด (คิดเป็น 17.78%) ดิวิชัน Chlorophyta 18 ชนิด (คิดเป็น 40.00%) ดิวิชัน Chrysophyta 13 ชนิด (คิดเป็น 28.89%) ดิวิชัน Pyrrophyta 1 ชนิด (คิดเป็น 2.22%) ดิวิชัน Euglenophyta 4 ชนิด (คิดเป็น 8.89%) และ ดิวิชัน Cryptophyta 1 ชนิด (คิดเป็น 2.22%) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในแต่ละบ่อตลอดการทดลอง พบว่าบ่อที่ 4 มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 4% ของน้ำหนักตัว/วัน พบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุด คือ 35.42 ± 6.24 เซลล์/มิลลิลิตร และบ่อที่ 1 ไม่มีการสร้างอาหารธรรมชาติและให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3% ของน้ำหนักตัว/วัน มีปริมาณเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 10.74 ± 3.72 เซลล์/มิลลิลิตร

ขจรเกียรติ และคณะ (2550) รายงานว่าบ่อเลี้ยงปลาบึกที่มีการสร้างอาหารธรรมชาติตลอดการเลี้ยง โดยใส่ปุ๋ยซีไคแห้ง ในอัตรา 2.5 กก./100 ตรม./สัปดาห์ (40 กก./ไร่/สัปดาห์) นั้นทำให้เกิดอาหารธรรมชาติจำพวกแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในลักษณะ “การสร้างน้ำเขียว” ก็จะเป็นการเพิ่มระบบห่วงโซ่อาหารขึ้นในบ่อ ซึ่งเชื่อว่าปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในระบบห่วงโซ่อาหารที่เพิ่มขึ้นนั้น จะส่งเสริมเกื้อกูลต่อผลผลิตสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยง ประกอบกับดูดซับสารอาหารส่วนเกินที่จะมีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยทั่วไปผลผลิตของสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารธรรมชาติที่มีในน้ำ หรือที่เรียกว่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และผลผลิตขั้นปฐมภูมิก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งรวมเรียกว่า ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่ง (เกรียงศักดิ์, 2547; Mischke and Paul, 2004)

ทั้งนี้ก็จะสอดคล้องกับผลการศึกษา กล่าวคือปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงปลาบึกในบ่อที่ 4 พบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุดและเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาบึกกับปัจจัยต่างๆ ก็ให้ผลที่สอดคล้องกันที่น้ำหนักเฉลี่ยของปลาบึกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณของแพลงก์ตอนพืช

สุจิตรา (2546) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 – กุมภาพันธ์ 2546 ซึ่งมีการบูรณาการเลี้ยงไก่บนคันบ่อและใช้มูลไก่บางส่วนเป็นอาหารธรรมชาติของปลา จากการที่มูลไก่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ผลการศึกษา พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 กลุ่ม (Division) 39 สกุล (genera) โดยเรียงลำดับจากกลุ่มที่พบมากที่สุดไปหาน้อย ได้แก่ Division Chlorophyta 14 สกุล, Cyanophyta 10 สกุล, Chrysophyta 8 สกุล, Euglenophyta 3 สกุล, Pyrrophyta 2 สกุล และ Cryptophyta 2 สกุล เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ พบว่าแพลงก์ตอนพืช ใน Division Cyanophyta มีความสัมพันธ์แปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ($r=-0.660^*$)

ปานตะวัน (2549) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลไก่ต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อเลี้ยงปลานิลที่มีการให้ปริมาณปุ๋ยมูลไก่ที่ใช้ในระดับต่างกัน คือ 0, 30, 60, 90, 120 และ 150 กิโลกรัม/ไร่/สัปดาห์ ผลการศึกษพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชัน คือ Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta และ Chrysophyta แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น คือ *Merismopedia* sp., *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp., *Chlamydomona* sp., *Eudorina* sp., *Scenedesmus* sp., *Euglena* sp., *Trachelomonas* sp., *Cyclotella* sp. และ *Navicula* sp. ทั้งนี้จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละบ่อทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมูลไก่ที่ใช้กับชนิดแพลงก์ตอนพืช พบว่าแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Euglenophyta มีความสัมพันธ์แปรผันตามและดิวิชัน Cyanophyta มีความสัมพันธ์แปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับปริมาณมูลไก่ที่ใช้

สำหรับ การทดลองผลของการเลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียวต่อการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึก พบว่า ในการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปรวมกับการสร้างอาหารธรรมชาติสามารถลดปริมาณสารประกอบเอมีนไอบีและจีโอสมินได้ดีที่สุด ($P \leq 0.05$) โดยพบว่า ปลาบึกที่มีการให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัว มีการสะสมปริมาณสารเอมีนไอบี ($P \leq 0.05$) และจีโอสมิน ($P \geq 0.05$) ในเนื้อปลาบึกน้อยที่สุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลของ การเลี้ยงปลาบึกที่มีการให้อาหาร 3 % ร่วมกับการสร้างอาหารธรรมชาติ และไม่สร้างอาหารธรรมชาติ พบว่า การให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปรวมกับการ

สร้างอาหารธรรมชาติ สามารถลดการสะสมปริมาณสารประกอบจืออสมินในเนื้อปลาบึก ($P \leq 0.05$) เนื่องจากปลาบึกได้รับสารอาหารเต็มที่ จึงไม่ต้องพึ่งอาหารธรรมชาติที่มีแหล่งกักตุนพิษที่สร้างสารประกอบเอมไอบีและจืออสมินอยู่ ดังนั้น จึงสามารถลดการสะสมปริมาณสารประกอบเอมไอบีและจืออสมิน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึกได้ วรพงษ์ (2545) กล่าวว่า การดูดซึมสารจืออสมินและเอมไอบีของปลาจากการกินสาหร่ายหรือพัดผ่านเข้าไปในเหงือก แต่เมื่อปลาได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในปริมาณที่เหมาะสมก็จะทำให้ลดการกินพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือการสัมผัสกับสารจืออสมินและเอมไอบีในตัวปลาโดยตรง สอดคล้องกับ Lovell (1976) กล่าวว่าควรมีวิธีการให้อาหาร และการควบคุมปริมาณอาหารที่เหมาะสม และให้อาหารที่ดีมีของเสียเหลือน้อยที่สุด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ทำให้เกิดกลิ่น และ Rungreungwudhikrai (1995) พบว่า เมื่อให้อาหารสำเร็จรูปพร้อมกับการใช้ปุ๋ยในบ่อ โดยบ่อที่ใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลให้ปริมาณสารกลิ่นโคลนในเนื้อสูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ ส่วนบ่อที่ให้อาหารสำเร็จรูปอย่างเดียวพบว่ามีผลให้สารกลิ่นโคลนในเนื้อปลาดำ วิทยา (2551) พบว่า ความเข้มข้นของสารจืออสมินและเอมไอบีในเนื้อปลานิลแดง ที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียวร่วมกับการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป จะมีความเข้มข้นของสารจืออสมินและเอมไอบีในเนื้อต่ำกว่าการเลี้ยงปลานิลแดงที่ไม่ได้ให้อาหาร สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ พบว่า การให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับการสร้างอาหารธรรมชาติ สามารถลดการสะสมปริมาณสารประกอบจืออสมินในเนื้อปลาบึก

ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการระบบการเพาะเลี้ยงปลาบึก เพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาบึกให้มีประสิทธิภาพ มีความต่อเนื่องและมีทิศทางที่ถูกต้อง มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้กับเกษตรกร เอกชน และผู้สนใจ ตลอดจนหาแนวทางที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยสู่ความเป็นเลิศด้านปลาบึกของภูมิภาคอย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 212 น.
- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2548. การเพาะเลี้ยงปลาบึกเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 152 น.
- ขจรเกียรติ ศรีนวลสม นิวุฒิ หวังชัย บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และจงบกล พรหมยะ. 2550. ระบบการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบึกและการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาบึก. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 35 น.
- ชวลิต วิทยานนท์และสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2536. อนุกรมวิธานของปลาบึกและปลาสวาย (วงศ์ Pangasiidae). สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 57 น.
- บัญญัติ มนเทียรอาสน์ อภินันท์ สุวรรณรักษ์ ขจรเกียรติ แซ่ตัน และ พิมพร มนเทียรอาสน์. 2549. เปรียบเทียบศักยภาพห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในบ่อเลี้ยงปลาแบบธุรกิจและแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิตปลานิล. รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 22 น.
- ปานตะวัน ลือเลิศ. 2549. ผลของการใช้ปุ๋ยมูลไก่ต่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อเลี้ยงปลานิล. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 115 น.
- วรพงษ์ นลินานนท์. 2545. การกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วิทยา ทาวงค์. 2551. การลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในปลานิลแดง (*Oreochromis* sp.) ที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. 123 หน้า.
- สุจิตรา ลัมทม. 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 49 น.
- Dionigi, C. P., T.E. Lawlor, J.E.M. Farland and P.B. Johnsen. 1993. Evaluation of geosmin and 2-methylisoborneol on the histidine dependence of TA98 and TA100 *Salmonella typhimurium* tester strain. Water Research 27: 1615-1618.

- Farmer, L.J., J.M. McConnell, T.D.J. Hagan and D.B. Harper. 1995. Flavor and off-flavor in wild and farmed Atlantic salmon from locations around Northern Ireland. Water Science and Technology. 31(11): 259-264.
- Form, J. and V. Horlyck. 1984. Site of uptake geosmin a cause of earthy-flavor in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1224-1226.
- Hansen T.R. 2003. Economic impact of off-flavor to the U.S. Catfish industry. In: *Off-flavors in Aquaculture* (ed. By A.M. Rimando & K.K. Schrader), pp.13-29. American Chemical Society, Washington, USA.
- Izaurire, G., C.J. Hwang, S.W. Krasner and J. Micheal. 1982. Geosmin and 2-methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply system. *App. Envi. Micro.* 43(3): 708-714.
- Johnsen, P.B., S.W. Lloyd, B.T. Vingad and P.C. Dionigi. 1996. Effect of temperature on uptake and depuration of 2-methylisoborneol in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. World Aqua. Soc.* 27(1): 15-20.
- Klapper, H. 1991. Control of Eutrophication in Inland Waters. New York: Ellis Horwood.
- Lovell, R. T. 1976. Flavor Problems in Fish Culture. FAO. Technical conference on Aquaculture, Kyoto, Japan. 9 p.
- Lovell, R. T. and D. Broce. 1985. Cause of musty flavor in pond culture penaeid shrimp, *Aquaculture penaeid shrimp*. *Aquaculture* 50 : 169-174.
- Martin, J.F., M.S. Plakas, H.J. Holley, J.V. Kitzman and A.M. Guaino. 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.
- Mekong River Commission. 2002. Mekong giant fish species: on their management and biology. MRC Technical Paper No.3. Phnom Penh, Cambodia. 29 p.
- Mischke, C.C. and Paul, V. Z. 2004. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery pond under various fertilization regimes. *Aquaculture*. 233(2004): 219 – 235.
- Mogens, T.J. 2002. Biosit. [Online]. Avialable <http://www.biosite.dk/staabi/geosmin.htm> (25 September 2005)

- Persson, P.E. 1982. Muddy odor: a problem associated with extreme eutrophication. *Hydrobiologia* 89: 161p.
- Rungreungwudhikrai, E. 1995. Characterization and classification of off-flavor of Nile tilapia M.S. Thesis no. AE-95-24. Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Shelby, R.A., Schrader, K.K., Tucker, A., Klesius, P.H., Myers, L.J., 2004. Detection of catfish off-flavour compounds by trained dogs. *Aquaculture* 35. 888-892.
- Tabachek, J.L. and M. Yurkowski. 1976. Isolation and identification of blue-green algae producing muddy odor metabolites and 2-methylisoborneol in saline lake in Manitoba. *J. Fish Res. Board Can.* 33: 25-35.
- Tanchotikul, U. 1990. Studies on important volatile flavor compounds in Louisiana rangia clam (*Rangia cuneata*). Doctoral dissertation. Louisiana state university. 96 p.
- Tanchotikul, U. and T.C.Y. Hsieh. 1990. Methodology for quantification of geosmin and Levelin ragia clam (*Rangia cuneata*). *J. Food Sci.* 55(5): 235-312.
- Tucker and Robinson. 1990. Channel Catfish Farming Handbook. New York: Van Norstrand Reinhold. 128 p.
- Van Der Ploeg, M. 1989. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) from commercial pond in Mississippi. *J. of Applied Aquaculture*. 2(3): 22-31.
- Yamada N., N. Marakami, N. Kawamura and J. Sakakibara. 1994. Mechanism of an early lysis by fatty acid from Axenic *Phormidium tenue* (Musty odor-producing cyanobacterium) and its growth prolongation by bacteria. *Biol. Pharm. Bull.* 17(9) : 1277-1281.
- Yurkowski, M. and J.L. TabachekL. 1974. Identification analysis and removal of geosmin from Muddy flavored trout. *J. Fish. Res Board. Can.* 31: 1851-1858.
- Yurkowski, M. and J.L. Tabachek. 1980. Geosmin and 2-methylisoborneol implicated as a cause of muddy odor and flavor in commercial fish from Cedar Lake. Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1449-1450.