



วิทยานิพนธ์

การศึกษาการเสริมฟางข้าวในการเลี้ยงปลาสลิค

The Study of Rice Straw Supplement in Snakeskin Gourami,
Trichogaster pectoralis, Regan Culture

นายยุทธนา สว่างอารมณ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาการเสริมฟางข้าวในการเลี้ยงปลาสด

The Study of Rice Straw Supplement in Snakeskin Gourami, *Trichogaster pectoralis*,
Regan Culture

นามผู้วิจัย นายยุทธนา สว่างอารมณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์เรืองวิทย์ ยืนพันธ์, D.Tech.Sc.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ, Doctorat de 3 cycle)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สงศรี มหาสวัสดิ์, M.S.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราห์ เทพาคูดี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการเสริมฟางข้าวในการเลี้ยงปลาสลิค

The Study of Rice Straw Supplement in Snakeskin Gourami,

Trichogaster pectoralis, Regan Culture

โดย

นายยุทธนา สว่างอารมณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

พ.ศ. 2549

ISBN 974 – 16 – 2972 - 9

ยุทธนา สว่างอารมณ์ 2549: การศึกษาการเสริมฟางข้าวในการเลี้ยงปลาสด
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปรชชานกรรการที่ปรึกษา: อาจารย์รื่องวิษญ์ ยุ่นพันธ์,
D.Tech.Sc. 85 หน้า
ISBN 974 – 16 – 2972 - 9

การทดลองเลี้ยงปลาสดน้ำหนักและความยาวตัวเฉลี่ยเริ่มต้น 2.20 กรัม และ 5.5 เซนติเมตร ในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่อัตราการปล่อย 5 ตัวต่อตารางเมตร โดยการเสริมฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ คือ 1:1, 2:1 และ 3:1 (โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมใส่มูลไก่แห้งเพียงอย่างเดียว ในอัตรา 40 กิโลกรัมต่อบ่อต่อเดือน เป็นเวลา 168 วัน พบว่า ปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1 : 1 จะให้น้ำหนักและความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย ผลผลิตปลาสุทธิ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอด เป็น 32.70 กรัม 13.2 เซนติเมตร 43.6 กิโลกรัมต่อบ่อ 0.18 กรัมต่อวัน 1.61 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และ 81.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่อัตราส่วนอื่นๆ และชุดควบคุม ด้านคุณสมบัติน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่า ในทุกชุดการทดลองที่มีการเสริมฟางข้าวจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเช้า pH ตอนเช้าและตอนบ่าย อุณหภูมิน้ำตอนเช้าและตอนบ่าย และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเย็น ความโปร่งแสง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำและปริมาณแอมโมเนียรวมให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาสดตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีเพียง 2 กลุ่ม คือ Rotifer และ Copepod โดยมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในทุกชุดการทดลอง คือ Rotifer มีปริมาณ 27-2,916 ตัวต่อมิลลิลิตร และ Copepod 0-350 ตัวต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

Yutthana Savangarrom 2006: The Study of Rice Straw Supplement in Snakeskin Gourami, *Trichogaster pectoralis*, Regan Culture. Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Mr. Ruangvit Yoonpundh, D.Tech.Sc. 85 pages. ISBN 974 – 16 – 2972 - 9

The experiment on culturing of the snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis* Regan), 2.20 g. of an initial average body weight and 5.5 cm. in total length, at 5 fish/m² in a 400 m² earthen pond was conducted by supplementing rice straw to dried chicken manure at the three different ratios of 1: 1, 2: 1 and 3: 1 (by dry weight), respectively. Dried chicken manure was only fertilized a pond for the control at 40 kg/pond. Rice straw and dried chicken manure were added to ponds following those ratios at once a month throughout the culture period of 168 days. Results indicated significant differences on the fish growth performance amongst those ratios and the control ($p < 0.05$). The best growth performance was exhibited at 1: 1 with 32.7 g, 13.2 cm, 43.6 kg/pond, 0.18 g/day, 1.61 %/day and 81.5 % for the final average body weight, total length, net yield, daily weight gain, specific growth rate and survival rate, respectively. Water quality parameters shown statistically significant differences ($p < 0.05$) throughout the culture period amongst those ratios and the control were dissolved oxygen at dawn, pH and temperature at dawn and dusk and Chlorophyll-a, respectively, while dissolved oxygen at dusk, total alkalinity, hardness, orthophosphate and total ammonia-nitrogen were not statistically significant differences ($p > 0.05$). Two major groups of zooplankton, rotifer and copepod, were existed the same quantity between those of supplementing rice straw to dried chicken manure and the control throughout the culture period ranging 27-2,916 cells/ml for rotifer and 0-350 cells/ml for copepod, respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความเมตตาจากท่านอาจารย์หลายๆท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ทั้งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ กรรมการสาขาวิชาเอก, รองศาสตราจารย์ ส่งศรี มหาสวัสดิ์ กรรมการสาขาวิชารอง และท่านอาจารย์ ดร. เรืองวิทย์ ชื่นพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้จัดประกายให้มีการศึกษาวิทยานิพนธ์ในเรื่องนี้พร้อมทั้งให้แนวทางในการศึกษาและยังสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐชนก อมรเทวภัทร กรรมการผู้แทนบัณฑิต ซึ่งท่านอาจารย์ทุกท่านได้ให้ความช่วยเหลือและแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของท่านอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ. ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ยังมีผู้ที่มีส่วนสำคัญอีกมากที่ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลงได้ ไม่ว่าจะเป็นเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยประมงกำแพงแสนที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อสถานที่ แรงงาน ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา พี่น้อง และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดการศึกษา

ยุทธนา สว่างอารมณ์

ตุลาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	25
ผล	25
วิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	55
สรุป	55
ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	57
ภาคผนวก	65
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางโภชนะของฟางข้าว	8
2	คุณสมบัติทางเคมีของมูลไก่แห้ง	8
3	องค์ประกอบธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป	9
4	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำและองค์ประกอบธาตุอาหารหลัก	10
5	อัตราการใช้ปุ๋ย N และ P ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละประเทศ	12
6	ผลกระทบของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อสัตว์น้ำ	14
7	ผลของระดับ pH ของน้ำ ต่อปลา	15
8	องค์ประกอบทางโภชนะและทางเคมีของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง	21
9	การเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสลิดที่เลี้ยงในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม ภายในเวลา 168 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	26
10	ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิเมตร) ที่พบภายในบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่ใช้ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม ในเวลา 150 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	31
11	ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่ใช้ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม ภายในเวลา 154 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตเฉลี่ยของพลาสติกที่เลี้ยงในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่ แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม ภายในเวลา 168 วัน	66
2	แสดงอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของพลาสติกที่เลี้ยง ในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุด ควบคุม ภายในเวลา 168 วัน	67
3	ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 1: 1 ในเวลา 150 วัน	68
4	ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 2: 1 ในเวลา 150 วัน	69
5	ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3: 1 ในเวลา 150 วัน	70
6	ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบภายในบ่อชุดควบคุม ในเวลา 150 วัน	71
7	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกโดยใช้ฟาง ข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	72
8	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกโดยใช้ฟาง ข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	73
9	ค่า pH ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งใน อัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	74
10	ค่า pH ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงพลาสติกโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งใน อัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
11	อุณหภูมิ น้ำ ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่ แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	76
12	อุณหภูมิ น้ำ ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่ แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	77
13	ความโปร่งแสง ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งใน อัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	78
14	ปริมาณความเป็นด่าง ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่ แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	79
15	ปริมาณความกระด้างของน้ำ ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับ มูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	80
16	ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับ มูลไก่แห้ง ในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	81
17	ปริมาณแอมโมเนียรวม ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่ แห้ง ในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	82
18	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ใน อัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	83
19	องค์ประกอบทางโภชนาและทางเคมีของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง	84

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของพลาสติก	4
2	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัม) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน	25
3	การเปลี่ยนแปลงความยาวตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน	27
4	การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน	28
5	การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน	29
6	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน	30
7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1 : 1 เป็นเวลา 150 วัน	32
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 2 : 1 เป็นเวลา 150 วัน	33
9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงพลาสติกที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 : 1เป็นเวลา 150 วัน	33
10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อชุดควบคุม เป็น เวลา 150 วัน	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยง ปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	36
12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนเย็น ภายในบ่อ เลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	37
13	การเปลี่ยนแปลง pH ตอนเช้า ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	38
14	การเปลี่ยนแปลงpH ตอนเย็น ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	39
15	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเช้า ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟาง ข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	40
16	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเย็น ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟาง ข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	41
17	การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสง (เซนติเมตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	42
18	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อ เลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุด ควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	43
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อ เลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุด ควบคุม เป็นเวลา 154 วัน	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาสด โดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุมเป็นเวลา 154 วัน	45
21	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุมเป็นเวลา 154 วัน	46
22	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุมเป็นเวลา 154 วัน	47

การศึกษาการเสริมฟางข้าวในการเลี้ยงปลาสลิค

The Study of Rice Straw Supplement in Snakeskin Gourami, *Trichogaster pectoralis*, Regan Culture

คำนำ

ปลาสลิคหรือปลาใบไม้ (Snakeskin gourami) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง ปลาชนิดนี้พบอยู่ในภูมิภาคอินโดจีน เช่น พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม รวมทั้งประเทศไทย เป็นปลาน้ำจืดที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในนามของ “SEPAT SIAM” ปลาสลิคเป็นปลาที่ชอบอยู่ในน้ำนิ่ง เช่นตามคู หนอง บึง บ่อ และตามนาข้าวที่มีน้ำขัง เป็นปลาที่สามารถเลี้ยงได้ง่าย ไม่ค่อยมีโรคและพยาธิมาเบียดเบียน มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ปลาสลิคเป็นปลาที่ค่อนข้างมีราคาสูง ประชาชนนิยมรับประทานปลาสลิคเค็มตากแห้งมากกว่าปลาสด ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานพาณิชย์จังหวัดสมุทรปราการ (2537) รายงานผลผลิตปลาสดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ปลาเค็มตากแห้งถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ราคาปลาสดเค็มตากแห้ง ในท้องตลาด มีราคาสูงมากคือ ประมาณ 160-180 บาทต่อกิโลกรัม จากสถิติกรมประมงพบว่าผลผลิตโดยรวมของปลาสลิค ในปี 2546 มีปริมาณมากเป็นอันดับ 5 ของผลผลิตสัตว์น้ำจืดทั้งหมดประมาณ 36,100 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1417.6 ล้านบาท โดยเฉพาะจังหวัดสมุทรปราการเป็นแหล่งที่มีผลผลิตปลาสดมากที่สุด (กรมประมง, 2548) ผลผลิตปลาสดประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมดส่วนใหญ่ได้มาจากการเลี้ยงในแปลงนาข้าวที่ได้ตัดแปลงเป็นนาปลาสด โดยอาศัยการตัดหญ้าหมักเพื่อให้เกิดอาหารธรรมชาติเองภายในบ่อเป็นหลัก

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่า แหล่งเลี้ยงปลาสดที่สำคัญ ของประเทศโดยเฉพาะในเขตจังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดฉะเชิงเทรา กำลังถูกคุกคามจากสังคมเมือง และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำต่อแหล่งเลี้ยงและผลผลิตของปลาสดอย่างแน่นอน นอกจากนี้ การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและการสร้างสนามบินหนองงูเห่า ได้ส่งผลกระทบต่อ การลดลงของพื้นที่เลี้ยงปลาสดอีกด้วย

แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยส่งเสริมการเลี้ยงปลาสลิดในพื้นที่อื่นๆ คือ การศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการเลี้ยงปลาสลิดในบ่อดิน โดยการใช้ประโยชน์จาก วัสดุเหลือใช้ของภาคเกษตรกรรม เพราะในประเทศไทยสามารถผลิตข้าว รวมทั้งหมักกว่า 60 ล้านตันในแต่ละปี ขณะเดียวกัน ก็มีฟางข้าวเหลือทิ้งมากกว่า 60 ล้านตันต่อปีเช่นกัน แต่ฟางข้าวส่วนใหญ่มักถูกทำลายโดยการเผาทิ้ง ดังนั้นจึงเห็นควรจะได้นำเอาฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยว มาหมักร่วมกับมูลไก่แห้ง ในบ่อเลี้ยงปลาสลิดเพื่อเป็นการเพิ่มอาหารธรรมชาติ และเพื่อยกระดับผลผลิตภายในบ่อให้เพิ่มสูงขึ้น โดยใช้ต้นทุนต่ำอันจะเป็นประโยชน์และอาจเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในระดับพื้นบ้านสามารถทำการเลี้ยงปลาสลิดได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเสริมฟางข้าวสำหรับการเลี้ยงปลาสดในบ่อดิน
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเสริมฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในการเลี้ยงปลาสดในบ่อดิน
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสดที่เสริมฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างๆ กัน

การตรวจเอกสาร

1. ชีวิตวิทยาของปลาสลิด



ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของปลาสลิด

ปลาสลิดเป็นปลาที่มีรูปร่างแบนทรงกลมยาวรี (oblong) แบนข้างคล้ายใบไม้ ความลึกของลำตัว (body depth) เป็น 2.2 ถึง 3 เท่า ของความยาวมาตรฐานลำตัว (Standard length) ความยาวหัว 29-30 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวลำตัวมาตรฐาน เกills มีขนาดเล็กเป็นแบบปลายหนาม (etenoid) ลำตัวมีลายดำ พาดขวางเป็นแถบยาวจากท้องถึงโคนหาง ครีบหลัง (dorsal fin) มีก้านครีบแข็ง 7 อัน และก้านครีบอ่อน 8 อัน ครีบท้อง (pelvic fin) มีก้านครีบแข็งอันแรกลักษณะเป็นเส้นยาว (simple filament) ครีบก้น (anal fin) มีก้านครีบแข็ง 9-11 อัน ก้านครีบอ่อน 30-38 อัน จำนวนเกills ตามเส้นข้างลำตัว (lateral line) จำนวน 55-63 เกills ไม่มีจุดดำที่ข้างตัว หรือโคนหาง แต่มีลายพาดขวางตามบริเวณตัวและลำตัวติดกับลายดำเป็นแถบยาว จากหัวถึงโคนหาง หัวมีขนาดเล็ก ตาใหญ่ ปากมีขนาดเล็ก อยู่หน้าสุดมีลักษณะ ยึดหดได้ กระเพาะ รูปร่างเป็นถุงตรง โดยส่วนตัว และส่วนปลายของกระเพาะเหยียดยาวในระดับเดียวกัน (สุภาพ, 2535) มีลำไส้ ยาวเป็น 5.8 เท่า ของความยาวลำตัว มีอวัยวะพิเศษในการหายใจ เรียกว่า Labyrinth organ ทำให้ปลาสลิด สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจน ต่ำๆ ได้

2. ลักษณะของอนุกรมวิธาน

ปลาชนิดนี้เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งจัดอยู่ในอนุกรมวิธาน ดังนี้

Phylum	Chordata
Class	Pisces
Subclass	Teleostomi
Order	Labyrinthici
Family	Anabantidae
Genus	<i>Trichogaster</i>
Species	<i>pectoralis</i> (Regan)

และมีชื่อสามัญหลายชื่อ ได้แก่ Snakeskin gourami, Sepat siam, Damsel fish, Small gourami, Buble nest Builder (บุญยรัตน์, 2523)

3. แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

Smith (1945) ได้รายงานว่าปลาชนิดนี้ชอบอาศัยในน้ำนิ่ง เช่น ในท้องนา ร่องน้ำและหนอง บึง โดยพบว่าแพร่กระจายทั่วประเทศ แถบอินโดจีนจนถึงเอเชียกลาง เข็มจิตต์ (2529) รายงานว่า ปลาชนิดนี้ชอบอาศัยหรือหลบซ่อนตามบริเวณที่มีพรรณไม้น้ำ เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด และสาหร่าย นอกจากนี้ วิทย์ และคณะ (2533) รายงานว่าปลาชนิดนี้เป็นปลาที่ทนทานต่อสภาพน้ำพรุซึ่งมีความเป็นกรดสูง pH น้ำ 4.5 – 6.0 ได้ เช่น พบในบริเวณพูลู่ใต้แดง จังหวัดนราธิวาส เรืองวิษฐ์ และคณะ (2542) รายงานว่า ปลาชนิดนี้ชอบอาศัยอยู่ตามน้ำที่มีอุณหภูมิ 23-25 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตดีในน้ำที่มี pH ประมาณ 5.6 -9.0

4. การเลี้ยงปลาชนิด

แต่เดิมปลาชนิดนี้มีปริมาณมากในแถบภาคกลาง แหล่งที่มีชื่อเสียงที่สุด คือ คอนกายน จังหวัดสุพรรณบุรี ต่อมาได้มีการแพร่หลายไปยังแถบอำเภอบางพลี และอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยการส่งเสริมจากกรมประมง ในโครงการเลี้ยงปลาน้ำจืด Boonsom (1986)

รายงานว่าการผลิตการทำนาพลาสติกแบบดั้งเดิมโดยการพินหญ้าแล้วหมักให้น้ำเป็นสีชาหรือสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งแสดงว่ามีอาหารธรรมชาติเกิดขึ้น ซึ่งผลผลิตพลาสติกที่ได้จะอยู่ระหว่าง 72 – 270 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ เจียมจิตต์ และคณะ(2534) รายงานผลการศึกษากการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินพรุ ในอำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส เพื่อทำนาพลาสติก ในแปลงขนาด 10 ไร่ ชุดร่องรอบแปลงนากว้าง 5 เมตร ลึก 1.2 เมตร ปรับความเป็นกรดของดินด้วยปูนมาร์ล อัตราส่วน 108 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน พินหญ้าทุกเดือนและใส่ปุ๋ยคอกประมาณ 17.5 ตันต่อแปลง ปล่อยพืชมะพร้าวในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อไร่ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าจะได้ผลผลิตพลาสติก ประมาณ 71.47 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วน อิศโร และพะอบ (2513) รายงานไว้ว่า ผลของการเลี้ยงปลาในและปลานิลของความยาวตัว 3 – 4.3 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.51 กรัม โดยปล่อยในอัตราส่วน 1,000 ตัวต่อไร่ ภายในบ่อขนาด 200 ตารางเมตร เลี้ยงนาน 6 เดือน โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 40 กิโลกรัมต่อบ่อต่อเดือน พบว่าจะให้ผลผลิต 59.35 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในการเลี้ยงปลาในและปลานิลซึ่งใช้รูปแบบการเลี้ยงเดียวกันจะให้ผลผลิตสูงถึง 161.85 กิโลกรัมต่อไร่ และ 225.03 กิโลกรัมต่อไร่

สมประสงค์ (2514) ได้ทดลองเลี้ยงปลาสดร่วมกับปลาใน โดยใช้พลาสติก ขนาด 2.7 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.3 กรัม โดยปล่อยในอัตราส่วน 4,800 ตัวต่อไร่ ส่วนปลาในจะมีขนาด 3-4 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.7 กรัม โดยปล่อยในอัตราส่วน 1,000 ตัวต่อไร่ เลี้ยงในบ่อขนาด 200 ตารางเมตร เป็นระยะเวลา 8 เดือน โดยเดือนแรกจะให้เฉพาะปุ๋ยมูลไก่แห้ง 40 กิโลกรัมต่อบ่อต่อเดือน และอาหารเม็ดจากแผนกทดลองและเพาะเลี้ยง อัตรา 3 % ของน้ำหนักตัวปลา พบว่าจะได้ผลผลิตจากพลาสติกชนิดเดียวประมาณ 100.8 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปลาในจะให้ผลผลิตประมาณ 226.7 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนเมื่อเลี้ยงรวมกันในอัตราส่วนข้างต้นจะได้พลาสติก 102.1 กิโลกรัมต่อไร่ และปลาใน 183.7 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการศึกษาของสุรจิตร และวสันต์ (2514) รายงานผลการเปรียบเทียบการทดลองเลี้ยงปลาสดในบ่อที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้อาหารสมทบภายในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร พบว่า ผลผลิตของปลาสดในชุดที่มีการให้อาหารสมทบร่วมกับปุ๋ยนั้นได้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 121.58 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดที่มีการใส่ปุ๋ยอย่างเดียวจะให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมา คือได้ 90.07 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดที่มีการให้อาหารสมทบเพียงอย่างเดียวและชุดควบคุมนั้นจะได้ผลผลิตเฉลี่ย 86.49 และ 58.66 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ Boonsom (1986) ได้รายงานว่าการทำนาพลาสติกแบบดั้งเดิม โดยการพินหญ้า แล้วหมักให้น้ำเป็นสีชาหรือน้ำตาล เพื่อที่จะได้เกิดอาหารธรรมชาติขึ้นโดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ ส่วนใหญ่เป็นพวก โรติเฟอร์ และโคพีพอด

5. ปุ๋ย บทบาทของปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักในการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปุ๋ย หมายถึง วัตถุที่ใส่ลงไปในดินหรือน้ำ เพื่อช่วยให้พืชหรือสัตว์เจริญเติบโตยิ่งขึ้น ปัจจุบันปุ๋ยนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ด้วยกันคือ

5.1 ปุ๋ยอนินทรีย์ หรือ ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (Inorganic fertilizers) หมายถึง ปุ๋ยที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา โดยจะประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆที่พืชและสัตว์ต้องการในการดำรงชีวิต แต่ส่วนมากจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารหลักในปุ๋ย และคุณภาพของปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับปริมาณของไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และ โพแทสเซียม (K_2O) ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เช่น ปุ๋ยนา หรือปุ๋ยที่มีสูตร 16-20-0 ปุ๋ยตัวนี้ก็จะประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน 16 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส 20 เปอร์เซ็นต์ และจะไม่มีธาตุโพแทสเซียม อยู่ในปุ๋ย โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารย่อยอื่นๆอีกเช่น Cu Zn B Mn Fe และ Mo แต่ธาตุเหล่านี้จะมีอยู่ในปุ๋ยแต่พบในปริมาณที่น้อยมาก (วิรัช, 2544)

5.2 ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizers) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้มาจากสิ่งที่มีชีวิตหรือมาจากส่วนที่เหลือเป็นกากบ้าง จากสิ่งขับถ่ายจากสิ่งที่มีชีวิตบ้าง เช่น มูลสัตว์ต่างๆ ต้นไม้ ใบไม้ รวมทั้งเศษอาหาร เป็นต้น สารอินทรีย์เหล่านี้จะมีบทบาททั้งในแง่ที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำโดยตรงหรือเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำอีกต่อหนึ่ง (Diana *et al.*, 1991) ปุ๋ยอินทรีย์นั้นเราสามารถแยกออกได้เป็น 3 พวกด้วยกัน คือ

5.2.1 ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากพืช ทั้งที่เป็น ต้นไม้ ใบหญ้า และฟางข้าว เป็นต้น โดยคุณสมบัติทางเคมีของฟางข้าวจะประกอบด้วย

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางโภชนาของฟางข้าว

องค์ประกอบทางโภชนา	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	
	วรพงษ์ และบุญฤดา (2527)	ถนัด (2531)
โปรตีน	2.76	3.44
ไขมัน	2.00	1.88
เยื่อใย	38.13	37.48
ปริมาณเถ้า	14.84	12.30
ฟอสฟอรัส (P_2O_5)	-	0.11

5.2.2 ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยมูลสัตว์ทุกชนิด ได้แก่ ช้าง ม้า วัว ควาย เป็ด และไก่ เป็นต้น ที่ถ่ายออกมาทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวรวมกัน โดยองค์ประกอบทางเคมีของมูลไก่แห้ง จะประกอบด้วย

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของมูลไก่แห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)		
	Boyd (1982)	ออมทรัพย์ (2541)	จินตนา (2547)
ไนโตรเจน (N)	1.20	2.24	2.93
ฟอสฟอรัส (P_2O_5)	1.30	6.29	3.33
โพแทสเซียม (K_2O)	0.60	2.11	2.34

โดยปกติแล้ว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดผลผลิตของทั้งแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ รวมทั้งสัตว์หน้าดิน (Benthos) ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์น้ำภายในบ่อ (Wohlfarth and Hulata, 1987) ดังนั้น บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ในการเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีมากกว่าปุ๋ยอนินทรีย์ แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารต่ำและไม่มีความแน่นอนเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับปุ๋ยอนินทรีย์ ดังตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4

ตารางที่ 3 องค์ประกอบธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

ประเภทของ ปุ๋ยอินทรีย์	องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ยูเรีย ((NH ₄) ₂ CO หรือ CO(NH ₄) ₂ SO ₄)	45	-	-
โซเดียมไนเตรด (NaNO ₃)	16	-	-
แอมโมเนียมไนเตรด ((NH ₄) ₂ NO ₃)	33-35	-	-
แอมโมเนียมซัลเฟต ((NH ₄) ₂ SO ₄)	20-21	-	-
ซูเปอร์ฟอสเฟต (H ₂ PO ₃ + CaSO ₄)	-	18-20	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก Boyd (1982)

ตารางที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำและองค์ประกอบธาตุอาหารหลัก

ประเภทของปุ๋ย	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
มูลวัวนม	85	0.5	0.2	0.5
มูลวัวเนื้อ	85	0.7	0.5	0.5
มูลสัตว์ปีก	72	1.2	1.3	0.6
มูลสุกร	82	0.5	0.3	0.4
มูลแกะ	77	1.4	0.5	1.2
มูลควาย	-	0.97	0.60	1.66
มูลค่างควา	-	1.54	14.28	0.60

ที่มา: Boyd (1982) และ ออมทรัพย์ (2541)

ดังนั้นถ้าต้องการธาตุอาหารมากก็จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้นตามลำดับข้อควรระวังในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากนั้นอาจทำให้น้ำภายในบ่อเกิดสภาวะขาดออกซิเจนขึ้นได้ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำเองภายในบ่อ เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน แต่ สมศักดิ์ (2521) เสนอว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีคุณค่ามากกว่าปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์นั้นสามารถจะเตรียมให้จำนวนธาตุอาหารได้ตามที่ต้องการและได้ปริมาณที่แน่นอนกว่า

5.2.3 ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้มาจากซากหรือเศษเหลือของพืชที่หมักหรือเน่าเปื่อยสลายตัวดีแล้ว ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำปุ๋ยหมักนอกจากเศษพืชแล้วก็ยังมี ปุ๋ยคอก ซึ่งก็เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญต่อการทำปุ๋ยหมักเนื่องจากปุ๋ยคอกนั้นเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ดีแล้ว ปุ๋ยคอกยังเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารแก่จุลินทรีย์ในระยะเริ่มแรกของการหมัก ในขณะที่ชิ้นส่วนของพืชยังไม่เน่าเปื่อย

วิธีการกองปุ๋ยหมักมี 3 แบบ คือ

1 การกองโดยใช้เศษพืชเพียงอย่างเดียว

2 การกองโดยใช้เศษพืชผสมสารตัวเร่งประเภทมูลสัตว์ชนิดต่างๆ หรือดิน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเศษพืชต่อมูลสัตว์ เท่ากับ 10: 1 โดยน้ำหนัก

3 การกองโดยใช้เศษพืชผสมสารตัวเร่งประเภทมูลสัตว์ชนิดต่างๆ และผสมสารตัวเร่งประเภทสารเคมี โดยปุ๋ยเคมีที่ใช้ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, ซูเปอร์ฟอสเฟต $(\text{H}_2\text{PO}_3 + \text{CaSO}_4)$ และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง เศษพืชต่อมูลสัตว์ต่อสารเคมี เท่ากับ 100: 10: 1 โดยน้ำหนัก

การใส่ปุ๋ยในบ่อเลี้ยงเพาะสัตว์น้ำนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์ การใส่ปุ๋ยนอกจากใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำโดยตรงแล้ว ยังเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารภายในบ่อให้มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นการสนับสนุนการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ รวมทั้งสัตว์หน้าดินให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำต่อไป การใส่ปุ๋ยลงในบ่อเลี้ยงในอัตราส่วนที่เหมาะสม, สม่าเสมอ, สอดคล้องกับจำนวนและขนาดปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงนั้น จะส่งผลทำให้ปลามีอาหารกินอย่างสมบูรณ์ จะส่งผลให้ปลาที่เลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาที่สั้นลงดังนั้นการใส่ปุ๋ยลงในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงไปมีผลทำให้ผลผลิตของสัตว์น้ำภายในบ่อมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นได้ในระดับหนึ่ง ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศนั้น Schroeder (1978) ได้ทดลองเลี้ยงปลาในบ่อดิน โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยหรือการให้อาหาร ซึ่งจะได้ปลาเป็นผลผลิตประมาณ 1 – 5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ถ้าใส่ปุ๋ยเคมีก็จะทำให้ได้ผลผลิตปลาเพิ่มขึ้นเป็น 10 – 15 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลสัตว์ผลผลิตที่ได้จะเพิ่มขึ้นสูงถึง 15 – 30 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยจะช่วยเพิ่มผลผลิตของปลาอย่างเห็นได้ชัด Barkoh and Rabeni (1990) รายงานว่า ปุ๋ย เช่น หญ้าป่น (Alfalfa) ที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส มากกว่า 5 ต่อ 1 จะทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชเกิดขึ้นภายในบ่อมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ วิรัช (2544) ที่พบว่า สัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในแพลงก์ตอนพืชนั้น มีค่าเท่ากับ 10 ต่อ 1 ดังนั้นสัดส่วนของ ไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส ในปุ๋ยที่ใช้ ก็ควรจะเท่ากับ 10ต่อ1 เช่นกัน แต่การหมุนเวียนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ภายในบ่อเองนั้น มีความแตกต่างกัน โดยฟอสฟอรัสมักจะถูกกำจัดได้มากกว่า

ไนโตรเจน เนื่องจาก ปัจจัยอื่น ๆ เช่น การเกิดปฏิกิริยาอื่น ๆ ในน้ำ เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) และตกตะกอนสู่ก้นบ่อ ทำให้แพลงก์ตอนพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ส่วนไนโตรเจน แพลงก์ตอนพืชบางชนิด เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน นั้นสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยตรง ดังนั้นจึงทำให้อัตราการใช้ปุ๋ยจึงมีสัดส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตาม อัตราการใช้ปุ๋ยในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละประเทศ จะแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อัตราการใช้ปุ๋ย N และ P ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละประเทศ

บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ในแต่ละประเทศ	N (มก./ลิตร/วัน)	P (มก./ลิตร/วัน)	N: P	เอกสารอ้างอิง
สหรัฐอเมริกา	0.03	0.03	1: 1	Boyd (1976)
สหรัฐอเมริกา	0.6	0.03	20: 1	Quin and Culver (1992)
อิสราเอล	0.4	-	0.4: 0	Schroeder <i>et al.</i> , (1990)
อิสราเอล	0.4	0.2	2: 1	Schroeder (1987)
ฮังการี	0.6	0.08	7.5: 1	Olah <i>et al.</i> , (1986)
มาเลเซีย	0.24	0.01	20:1	Yossoff and McNabb (1989)
มาเลเซีย	0.24	0.02	2: 1	Yossoff and McNabb (1989)
ไทย	0.42	0.13	3.23: 1	Colman <i>et al.</i> , (1990)
ไทย	0.2	0.32	0.63: 1	Diana <i>et al.</i> , (1991)
ไทย	0.4	0.1	4: 1	Knud – Hansen <i>et al.</i> , (1993)

6. ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แพลงก์ตอนมีความสำคัญอย่างยิ่งในแหล่งน้ำทุกแห่ง เพราะในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยทั่วไป จะพบสิ่งมีชีวิตจำพวกแพลงก์ตอนอยู่ด้วยเสมอ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ และในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (เวียง, 2525) จากการศึกษาของ อิศโร และ ฝะอบ (2513) รายงานไว้ว่า บ่อที่ใช้เลี้ยงปลาใน ปลาสลิด และปลาในร่วมกับปลาสลิด โดยใส่ปุ๋ยมูลสัตว์บ่อละ 40 กิโลกรัมต่อพื้นที่บ่อ 200 ตารางเมตร ปล่อน้ำเข้าบ่อและรักษาระดับน้ำไว้ที่ 1 เมตร พบว่า บ่อที่เลี้ยงปลาสลิดเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณแพลงก์ตอนมากที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่จะ

เป็นพวกโรติเฟอร์ รองลงมาคือ Cladocera โคพีพอด (Copepoda) และโปรโตซัว (Protozoa) ตามลำดับ นอกจากนี้ก็ยังพบ พวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) สาหร่ายสีเขียว (Green algae) เดสมิด (Desmid) ไดอะตอม (Diatom) บ้างแต่มีปริมาณไม่มากนัก และจากการศึกษาของ ศราวุธ และคณะ(2544) ที่ได้ทำการศึกษาระดับที่เหมาะสมของการใช้หญ้าแห้งหมักเพื่ออนุบาลลูกปลาสด พบว่า ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบเป็นพวกชนิดเด่น (dominant species) นั้น ประกอบด้วย Cyst ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ พวก Protozoa และ Rotifer ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณในบ่อที่ใช้ปริมาณหญ้าแห้ง 10 และ 20 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ย 2,822 และ 5,084 ตัวต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่บ่อที่ใช้ปริมาณหญ้าแห้ง 5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะพบเพียง 1,494 ตัวต่อมิลลิลิตร เท่านั้น ซึ่ง Protozoa และ Rotifer นั้น จัดเป็นอาหารที่สำคัญที่ถูกปลาสดชอบกินมาก (Boonsom, 1983; ศราวุธ, 2538) ส่วนแพลงก์ตอนพืชนั้น แม้เป็นอาหารที่ถูกปลาสดชอบกิน น้อยกว่าพวกแพลงก์ตอนสัตว์ก็ตาม แต่แพลงก์ตอนพืชนั้นก็พื้นฐานของแพลงก์ตอนสัตว์อีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ จากการศึกษา ศราวุธ และคณะ(2538) ได้ทำการศึกษาผลของความหนาแน่นและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาสดในบ่อดินเปรี้ยวที่ปรับปรุงแล้ว พบว่า ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (ปุ๋ยมูลไก่แห้ง, ปุ๋ยหญ้าแห้ง และปุ๋ยมูลไก่อวมกับหญ้าแห้ง) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่กลับพบว่าการใช้หญ้าแห้งและมูลไก่อวมกับหญ้าแห้ง จะทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ สูงกว่าการใช้มูลไก่เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าบ่อเลี้ยงปลาอ่อน พบว่าในช่วงแรกของการเลี้ยงจะพบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนมาก แต่หลังจากการเลี้ยงประมาณ 16 สัปดาห์ พบว่า ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนจะลดน้อยลง แต่กลับพบแพลงก์ตอนจำพวกไดอะตอม เป็นชนิดที่มีปริมาณสูงที่สุด (สมชาย, 2532)

7. คุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

คุณสมบัติของน้ำต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ หมายถึง สภาพของน้ำที่สัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ได้อย่างเหมาะสม มีการเจริญเติบโตดี สามารถดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ และปราศจากโรค เป็นต้น (ไมตรี, 2524)

7.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการอยู่รอดของสัตว์น้ำ ที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปสัตว์น้ำต้องการออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างน้อย 1

มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต (วิรัช, 2544) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แต่ละระดับจะส่งผลต่อสัตว์น้ำแตกต่างกันออกไปดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลกระทบของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อสัตว์น้ำ

ปริมาณออกซิเจน (มก./ล.)	ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ
< 1	เป็นระดับที่เป็นอันตรายถ้าปล่อยให้อยู่เป็นเวลานาน ๆ
1 – 5	เป็นระดับที่ทำให้การเจริญเติบโตลดลง และการสืบพันธุ์ผิดปกติ ถ้าปลาอาศัยอยู่อย่างต่อเนื่อง
> 5	เป็นระดับปกติสำหรับสัตว์น้ำทั่วไป

ที่มา: Boyd (1979)

โดยพบว่าที่ระดับของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่า 2 – 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายสำหรับปลาที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว แต่สำหรับปลาเขตร้อนจะเป็นอันตรายเมื่อระดับของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่า 0.5 – 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาในเขตร้อนเริ่มมีอาการเครียด (stress) ยกเว้นในปลาบางชนิด เช่น ปลาหมอ, ปลาดุก, ปลาช่อน และปลาสลิด เป็นต้น เนื่องจากปลาเหล่านี้มีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ (Acensory Breathing Organ) (ส่งศรี, 2523)

7.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ค่า pH มีผลต่อการดำรงชีวิตของปลา การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของน้ำนั้น อาจเกิดขึ้นจาก การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ปริมาณแร่ธาตุและปุ๋ยจากพื้นดิน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม บ้านเรือน และฝนที่เป็นกรดไหลลงสู่แหล่งน้ำนั้นๆ (Brown *et al.*, 1983; Conroy and Herman, 1970) โดยปกติแล้วในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0 - 9.0 (พงศเชษฐ์, 2537) ในการเลี้ยงปลาสลิดนั้นควรมี pH อยู่ระหว่าง 6.60 - 6.68 (เรืองวิชัย และคณะ, 2542) แต่ถ้าหากน้ำในแหล่งน้ำนั้นมีค่า pH สูงหรือต่ำมากเกินไป จะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เพราะจะทำให้ปลาขับเมือกออกมามาก และปลามีอาการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน บริเวณเหงือกไม่พอ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุธรรม และคณะ (2529) ที่ได้รายการผลการทดลอง พบว่า เมื่อน้ำมี

pH 10.6 จะทำให้ปลาช่อนที่มีขนาด 15 เซนติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 6 ชั่วโมง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลของระดับ pH ของน้ำ ต่อปลา

ระดับ pH	ผลต่อสัตว์น้ำ
pH 4.0 หรือต่ำกว่า	อาจทำให้ปลาตาย
pH 4.0 – 5.0	จะมีผลทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก
pH 4.0 – 6.0	จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตช้า
pH 6.5 – 9.0	เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ
pH 9.0 – 11.0	จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตช้า
pH 9.5 – 11.0	จะทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก
pH 11.0 หรือมากกว่า	อาจทำให้ปลาตาย

ที่มา: Swingle (1974)

7.3 อุณหภูมิของน้ำ (Water temperature) ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นซึ่งอุณหภูมิภายในร่างกายจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นอัตราเมตาบอลิซึมของร่างกายจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ (Conroy and Herman, 1970) โดยปลาในเขตร้อนมักจะชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส (สาริต, 2528) โดยอุณหภูมิของน้ำนั้นจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง ถ้าปริมาณความเข้มของแสงมากก็จะไปมีผลทำให้อุณหภูมิในน้ำเพิ่มขึ้นสูงตามไปด้วย โดยแสงสว่างที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำนั้นจะไปถ่ายทอดพลังงานความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (เปี่ยมศักดิ์, 2525)

7.5 ความโปร่งแสง (Transparency) Oschwald (1972) และ กรรณิก (2525) ได้ให้ความหมายของความขุ่นของน้ำว่าเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ ได้แก่ ดินตะกอน อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มีขนาดระหว่าง 1-10 ไมครอน ความโปร่งแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร เพราะว่าถ้าค่าความโปร่งแสงต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แล้ว แสดงว่าน้ำนั้นมีความขุ่นมากหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมาก

เกินไป ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในแง่ของการใช้ออกซิเจนได้ เพราะถ้ามีมากเกินไป อาจจะทำให้น้ำเกิดสภาวะขาดออกซิเจนในช่วงเวลากลางคืนขึ้นได้

7.5 ความเป็นด่าง (Alkalinity) น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ความเป็นด่างของน้ำส่วนใหญ่เกิดจากไบคาร์บอเนตอาจจะมีคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ อยู่บ้างในปริมาณพอสมควรในบางสภาวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ pH ของน้ำอยู่ในระดับสูง โดยน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างในช่วง 200- 300 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (Boyd, 1982) โดยทั่วไปน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าความเป็นด่างสูงกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3

เพื่อความสมบูรณ์ของผลผลิตเบื้องต้น แต่สำหรับบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยที่ต้องการผลผลิตเบื้องต้น โดยเฉพาะในการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนได้ดี ควรมีค่าความเป็นด่างของน้ำประมาณ 20 -150 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3 (วิรัช, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เรืองวิชัย และคณะ (2542) ที่พบว่าปลาชนิดนั้นสามารถดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีค่าความเป็นด่างประมาณ 150- 170 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 เพราะน้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบว่ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ในน้ำน้อยหรือไม่มีเลย ไมตรี และจารุวรรณ (2528) รายงานว่า ค่าความเป็นด่าง ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 20-250 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ดังนั้นความเป็นด่างจึงเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชได้อีกทางหนึ่ง

7.6 ความกระด้าง (Hardness) ความกระด้างของน้ำเกิดจากไอออนของโลหะที่มีประจุตั้งแต่ +2 ขึ้นไป โดยปกติค่าความกระด้างของน้ำนั้นจะมีความสัมพันธ์กับสภาพด่าง (Alkalinity) ของน้ำ คือ ถ้าหากน้ำในแหล่งนั้นมีค่า สภาพด่างสูงก็มักจะมีค่าความกระด้างสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากส่วนของไอออนลบ เช่น คาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) หรือไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) เป็นองค์ประกอบของค่าสภาพด่าง และส่วนที่เป็นไอออนบวก เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ซึ่งเป็นค่าความกระด้าง จะมาจากสารละลายของเกลือคาร์บอเนตเช่นกัน โดยในระบบนิเวศของสัตว์น้ำนั้นสามารถใช้แคลเซียมได้โดยตรงจากน้ำ และแมกนีเซียมก็ยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ เอ โดยธาตุทั้งสองชนิดนี้เป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับพืช และแพลงก์ตอนในน้ำ ที่สำคัญก็คือ แคลเซียมเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างโครงสร้างและเปลือกของสัตว์น้ำ และแคลเซียมในน้ำยังทำหน้าที่คอยควบคุมไม่ให้ pH ของน้ำสูงขึ้นเกินไปในขณะที่พืชทำการสังเคราะห์

แสง โดยค่าความกระด้างที่เหมาะสมสำหรับบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3

7.7 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญมากสำหรับแหล่งน้ำ เช่นเดียวกับไนโตรเจน โดยฟอสฟอรัสที่พบอยู่ในแหล่งน้ำจะพบด้วยกันหลายแบบ และมีส่วนแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ค่า pH, ความเข้มข้นของโลหะไอออนบางชนิด เช่นแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ค่าออกซิเดชัน – รีดักชัน (Oxidation – Reduction Potential) สภาวะการถูกรบกวนของตะกอน เป็นต้น แต่ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของ ออโรฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (Orthophosphate) ฟิชน้ำ และแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายที่สุด โดยทั่วไปปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ จะต่ำมาก กล่าวคือ จะมีปริมาณของออโรฟอสเฟตอยู่ไม่เกิน 5 – 20 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่ถ้าในน้ำเสีย ก็จะมีปริมาณออโรฟอสเฟตไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) ก็ไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544)

7.8 แอมโมเนียรวม (Total ammonia Nitrogen) ปัญหาของแอมโมเนียในน้ำ มักจะพบมากในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive) ที่มีการเลี้ยงอย่างหนาแน่น และมีการใช้อาหารที่มีโปรตีนสูงในการเลี้ยง แอมโมเนียในน้ำนั้นจะพบอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และอันไอออนไนซ์ – แอมโมเนีย (NH_3) พบว่าแอมโมเนียที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออนจะไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แต่ถ้าหากอยู่ในรูปของอันไอออนไนซ์ – แอมโมเนียก็จะเป็นพิษต่อปลา ความเข้มข้นของอันไอออนไนซ์ – แอมโมเนีย จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า pH และอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น แอมโมเนียในน้ำจะเป็นพิษต่อปลาในทางอ้อม กล่าวคือ ทำให้ไม่สามารถขับถ่ายแอมโมเนียออกจากกระแสเลือด ถ้าแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณสูงเกินไปมีผลทำให้แอมโมเนียในเลือด และในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น ทำให้ pH ของเลือดสูงขึ้น และเป็นผลเสียต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ทำให้มีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นอันตรายเหงือก และลดความสามารถของเลือดในการขนส่งออกซิเจน

โดยปกติความเข้มข้นของอันไอออนไนซ์ – แอมโมเนีย ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรมีค่าไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และจาวรรณ, 2528) โดยสัตว์น้ำจะเริ่มเครียดเมื่อน้ำมีปริมาณของอันไอออนไนซ์ – แอมโมเนีย ประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า แอมโมเนียที่มีระดับความเข้มข้นระหว่าง 0.2 – 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะ

เป็นพิษต่อปลาหลายชนิด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alabaster (1980) ที่ได้ทำการทดลองแล้ว รายงานว่า ที่ระดับความเข้มข้นของอินไออนไนซ์ – แอมโมเนีย ต่ำสุดประมาณ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้กลุ่มปลา salmonids ตายได้ และ Post (1983) ได้ทำการทดลองและรายงานว่า ปลา Rainbow trout จะตายอย่างเฉียบพลัน ภายใน 96 ชั่วโมง เมื่อน้ำนั้นมีปริมาณของอินไออนไนซ์ – แอมโมเนีย เท่ากับ 0.5 – 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีการลดปัญหาการสะสมของแอมโมเนีย ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

- 1 ไม่เลี้ยงสัตว์น้ำหนาแน่นมากเกินไป
- 2 ไม่ให้อาหารมากเกินไปจนเกินความต้องการ
- 3 ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอน เพื่อป้องกันการตายพร้อมๆ กัน

กำจัดสิ่งขับถ่าย และควบคุม pH ไม่ให้ pH ของน้ำสูงมากเกินไป เพราะจะทำให้อินไออนไนซ์ – แอมโมเนีย มีความเป็นพิษมากขึ้น

นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดแอมโมเนียได้โดยใช้สารซีโอไลต์ (Zeolit) โดย พบว่า สารซีโอไลต์ 1 กรัมสามารถกำจัด แอมโมเนียรวมได้ 8 มิลลิกรัม แต่ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอาจจะต้องใช้ปริมาณซีโอไลต์ในปริมาณที่สูงกว่าระดับดังกล่าว (Chiayvareesajja and Boyd, 1993)

7.9 คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) ปริมาณคลอโรฟิลล์ ในแหล่งน้ำนั้น สามารถใช้ประมาณปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้ในระดับหนึ่ง ผลผลิตของแพลงก์ตอนพืชก็คือ ผลผลิตเบื้องต้นของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยปกติบ่อที่ขาดความอุดมสมบูรณ์จะพบปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า 20 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ พบว่าจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าตั้งแต่ 20 – 150 ไมโครกรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544) และ ดารณี(2526) รายงานว่าความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตเบื้องต้นนี้เองซึ่ง ถ้าในแหล่งน้ำนั้นๆ ว่าจะมีผลผลิตเบื้องต้นสูง ก็สามารรถทำนายได้ว่าแหล่งน้ำนั้นๆมีความอุดมสมบูรณ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- 1 บ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร จำนวน 6 บ่อ
- 2 กระเบื้องมุงหลังคาขนาด 1.50 เมตร และอุปกรณ์การกันบ่อ
- 3 มูลไก่แห้งจากฟาร์มเลี้ยงไข่ไก่ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
- 4 ฟางข้าวอัดก้อนจากตัวแทนจำหน่ายอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
- 5 เครื่องสูบน้ำขนาด 5 Hp
- 6 อวนในล่อน
- 7 เครื่องชั่ง-วัดขนาดปลา
- 8 เครื่องมือวัดคุณสมบัติของน้ำและสารเคมี
- 9 พันธุ์ปลาสลิด ขนาด 4-6 เซนติเมตร

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบการเสริมฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในการเลี้ยงปลาสลิดในบ่อดินจำนวน 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ

ชุดการทดลองที่ 1 (T_1) เป็นการเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในปริมาณอัตราส่วน 1 : 1 โดยใส่ฟางข้าวและมูลไก่แห้งอย่างละ 40 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อบ่อ 400 ตารางเมตรต่อเดือน ตลอดการเลี้ยง

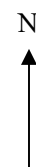
ชุดการทดลองที่ 2 (T_2) เป็นการเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในปริมาณอัตราส่วน 2 : 1 โดยใส่ฟางข้าว 80 กิโลกรัม และมูลไก่แห้ง 40 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อบ่อ 400 ตารางเมตรต่อเดือน ตลอดการเลี้ยง

ชุดการทดลองที่ 3 (T_3) เป็นการเลี้ยงปลาสดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในปริมาณอัตราส่วน 3 : 1 โดยใช้ฟางข้าว 120 กิโลกรัม และมูลไก่แห้ง 40 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อบ่อ 400 ตารางเมตรต่อเดือน ตลอดการเลี้ยง

ชุดควบคุม (T_4) เป็นการเลี้ยงปลาสดโดยใช้มูลไก่แห้งเพียงอย่างเดียว โดยใช้มูลไก่แห้ง 40 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อบ่อ 400 ตารางเมตรต่อเดือน ตลอดการเลี้ยง

เนื่องจากจำนวนบ่อดินที่ใช้ทดลองมีจำนวนไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องกั้นบ่อทดลองและเพื่อลดความเสี่ยงต่อความผิดพลาดระหว่างชุดการทดลองจึงออกแบบวางแผนการทดลอง ดังต่อไปนี้

T1R1	T4R3	T2R1	T3R3	T3R1	T4R1
T1R2	T1R3	T2R2	T2R3	T3R2	T4R2



หมายเหตุ T_n = ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 หรือ 4

R_n = ซ้ำที่ 1, 2 หรือ 3

2. การเตรียมพันธุ์ปลาทดลอง

ใช้ลูกปลาสด (ซื้อจากโรงเพาะฟักของเอกชนในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี) ขนาด 4-6 เซนติเมตร ก่อนเริ่มต้นการทดลองจะทำการปรับสภาพลูกปลาให้แข็งแรงก่อนโดยการอนุบาลในกระชังมุ้งเขียวเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พร้อมให้รำละเอียดผสมปลาป่นในอัตราส่วน 3: 1 (โดยน้ำหนักเปียก) วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) โดยให้กินจนอิ่ม

3. การเตรียมฟางข้าวและมูลไก่แห้ง

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาและทางเคมีของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง ได้แก่ ความชื้น เถ้า เหนือใย เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน และปริมาณฟอสฟอรัสรวม ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางโภชนาและทางเคมีของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางโภชนา (เปอร์เซ็นต์)					
	ความชื้น	เถ้า	เยื่อใย	โปรตีน	ไขมัน	ฟอสฟอรัส
ฟางข้าว	8.79±0.16	15.09±1.63	28.48±2.10	5.08±0.20	0.43±0.02	0.10±0.01
มูลไก่แห้ง	12.15±0.09	65.94±0.16	3.42±0.12	7.15±0.22	0.07±0.07	3.41±0.15

4. การเตรียมบ่อ

ใช้บ่อดินที่มีขนาด 800 ตารางเมตร โดยเริ่มจากวางวัชพืชบริเวณริมบ่อและภายในบ่อออกให้หมด ปล่อยน้ำภายในบ่อออกจนแห้งแล้วสาธูปนขาว 100 กิโลกรัมต่อไร่ จนทั่วบ่อปล่อยทิ้งไว้ ครึ่งวันแล้วจึงเก็บสัตว์น้ำที่ตายออก ตากบ่อไว้สองสัปดาห์เพื่อให้แห้งสนิท จากนั้นนำเอาระเบียงมุงหลังคาอย่างดีขนาดยาว 1.50 เมตร กั้นบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตรออกเป็น บ่อดิน 400 ตารางเมตร จำนวน 2 บ่อ โดยให้ชายกระเบื้องด้านหนึ่งฝังลึกลงไปดิน 20 เซนติเมตร และรอยต่อระหว่างกระเบื้องจะใช้กาวยาซีคอนกรีตโรยไว้เพื่อแยกบ่อดิน ทั้ง 2 บ่อออกจากอย่างสิ้นเชิง ส่วนบริเวณขอบบ่อจะใช้ฉนวนในลอนตาห่างจึงทำเป็นรั้วสูง 1 เมตรโดยให้ชายด้านล่างฝังลึกลงไปดินเพื่อป้องกันปลาและสัตว์อื่นๆเข้าไปรบกวนส่วนบริเวณปากบ่อจะใช้ตาข่ายขนาดตา 5 เซนติเมตร จึงคลุมบ่อทดลองทั้งหมด จากนั้นใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรง สูบน้ำเข้าบ่อโดยบริเวณปากบ่อน้ำเข้าและออกจะมีฉนวนในลอนตาถี่เย็บเป็นถุงสวมอยู่จนได้น้ำที่มีระดับความลึก 1 เมตร จากนั้นจะทำการเตรียมน้ำก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยการนำเอาฟางข้าวกองตามมุมบ่อใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งทับด้านบนในแต่ละบ่อในอัตราที่กำหนด จึงถือว่าสิ้นสุดของขั้นตอนการเตรียมบ่อ

5. ขั้นตอนการเลี้ยง

ก่อนที่จะทำการปล่อยลูกปลาลงบ่อทดลอง จะทำการสุ่มตัวอย่างลูกปลาทดลองจำนวน 50 ตัว มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น 2.20 ± 0.08 กรัม ความยาวตัวเฉลี่ยเริ่มต้น 5.5 ± 0.21 เซนติเมตร แล้วจึงสุ่มนับลูกปลาลงปล่อยในบ่อทดลอง ในอัตราความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อบ่อ ในการทดลองนี้จะไม่มีการให้อาหารสมทบอย่างอื่นนอกจากการใช้ฟางข้าวกับมูลไก่แห้งที่ใส่เป็นปุ๋ยภายในบ่อ โดยใส่ 1 ครั้งต่อเดือน เป็นเวลานาน 6 เดือน

6. การตรวจวัดการเจริญเติบโต

เก็บข้อมูลทุกๆ 1 เดือน โดยใช้วนมุ้งเขียวที่มีขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร ขนาด 30 x 50 เมตร ตีปลาครอบคลุมพื้นที่บ่อทั้งหมด แล้วทำการสุ่มปลาจากบ่อทดลองแต่ละบ่อ ะละ 20 ตัว มาชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว เพื่อตรวจวัดการเจริญเติบโต แล้วปล่อยกลับคืนสู่บ่อเดิม เมื่อสิ้นสุดการทดลองมานับจำนวนปลาที่เหลือและหาน้ำหนักรวมของปลาทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาอัตรารอดและผลผลิตที่ได้รับ และสุ่มปลาทดลองจำนวน 100 ตัว มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวแต่ละตัว มาจดบันทึกผลการทดลองอัตราการเจริญเติบโตเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต โดยมีค่าดัชนีการศึกษาการเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตปลาสุทธิ คำนวณได้ ดังนี้

1. อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาของการทดลองเลี้ยง (วัน)}}$$

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)})}{\text{ระยะเวลาของการทดลองเลี้ยง (วัน)}} \times 100$$

3. อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอด (ตัว)}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มทดลอง (ตัว)}} \times 100$$

4. ผลผลิตปลาสุทธิ (กิโลกรัมต่อบ่อ)

$$= \text{ผลผลิตปลาทั้งหมด (กก.)} - \text{ผลผลิตปลาเริ่มต้น (กก.)}$$

7. การศึกษาคุณภาพน้ำ

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ ก่อนปล่อยพลาสติก และทุกๆ 2 สัปดาห์ ในตอนเช้า (07.00 น.) โดยการเก็บตัวอย่างน้ำ ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ตำแหน่งกึ่งกลางบ่อโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (Integrated column samples) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 500 ซีซี ถ่ายน้ำจากกระบอกคูดน้ำใส่ในขวดพลาสติก ขนาดความจุ 500 ซีซี แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) โดยใช้วิธี Boy (1979)
- ค่าความกระด้าง (Hardness) โดยใช้วิธี Boy (1979)
- ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia-Nitrogen) โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ค่าฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Orthophosphates) โดยใช้วิธี Boy (1979)
- ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll A) โดยใช้วิธี Boyd (1979); APHA (1989)

ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในบ่อทดลองโดยตรง ในตอนเช้า (06.00-07.00 น.) และ ตอนเย็น (16.00-17.00 น.) จะทำการวัดที่กึ่งกลางระดับน้ำมีดังนี้

- ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดโดยใช้เครื่อง DO meter ของ YSI model 57
- ค่า pH วัดโดยใช้เครื่อง Digital pH meter model 63/10FT
- ค่าอุณหภูมิ (Temperature) วัดโดยใช้เครื่อง Digital pH meter model 63/10FT

ที่เวลา 14.00 น. มีดังนี้

- ค่าความโปร่งแสง วัดโดยใช้ Secchi disk

8. การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์

จุดที่เก็บตัวอย่างคือบริเวณจุดกึ่งกลางของบ่อ โดยเก็บตัวอย่างบ่อละ 1 ชั่วโมง ที่เวลา 8.30 น. โดยเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร โดยใช้ถังน้ำขนาดปริมาตร 5 ลิตร ตวงน้ำปริมาตร 20 ลิตร ใส่ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 70 ไมครอน ถ่ายน้ำจากขวดแก้วก้นถุงกรองแพลงก์ตอนใส่ในขวดพลาสติก ขนาดความจุ 30 ซีซี

และทำการเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนในฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นสุ่มตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์มา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ใน Sedgwich-Rafter counting cell ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรทำการจำแนกชนิดและนับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ โดยใช้ตามวิธีการของ ลัดดา (2544) ทำการสุ่มนับตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

9. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแตกต่างของการเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสด ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ และคุณภาพน้ำ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test (จริญ, 2534) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Version 10.0

10. สถานที่ทำการทดลอง

บ่อดินและห้องปฏิบัติการ สถานีวิจัยประมงกำแพงแสน ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

11.ระยะเวลาในการทดลอง

ใช้ระยะเวลา 6 เดือน โดยเริ่มจากเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 จนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2549

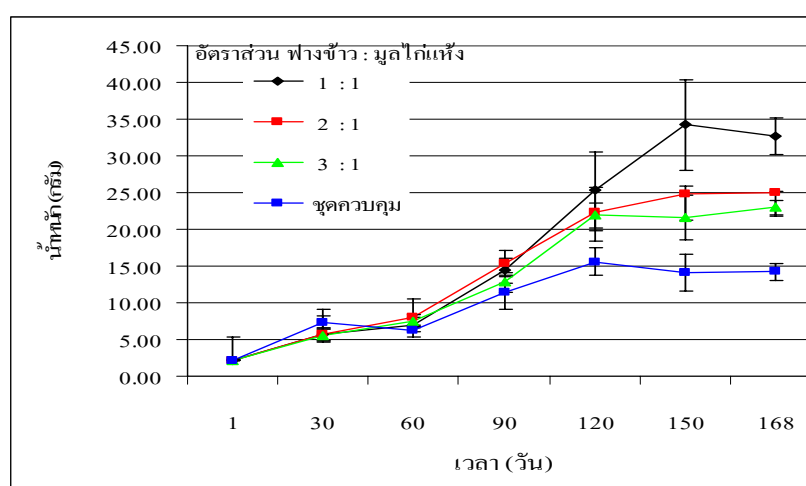
ผลและวิจารณ์

ผล

1. การเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสลิดที่เลี้ยงในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม ในเวลา 168 วัน

ผลของการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสลิดได้สรุปไว้ในตารางที่ 9

ปลาสลิดเมื่อทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 168 วัน พบว่า มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 32.70 ± 2.55 , 25.01 ± 3.20 , 23.00 ± 0.99 , และ 14.22 ± 1.13 กรัม จากชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 และชุดควบคุม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยชุดการทดลองที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วนฟางข้าว : มูลไก่แห้ง เท่ากับ 1 : 1 ทำให้ปลาสลิดมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 32.70 ± 2.55 กรัมต่อตัว การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเฉลี่ยในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 2



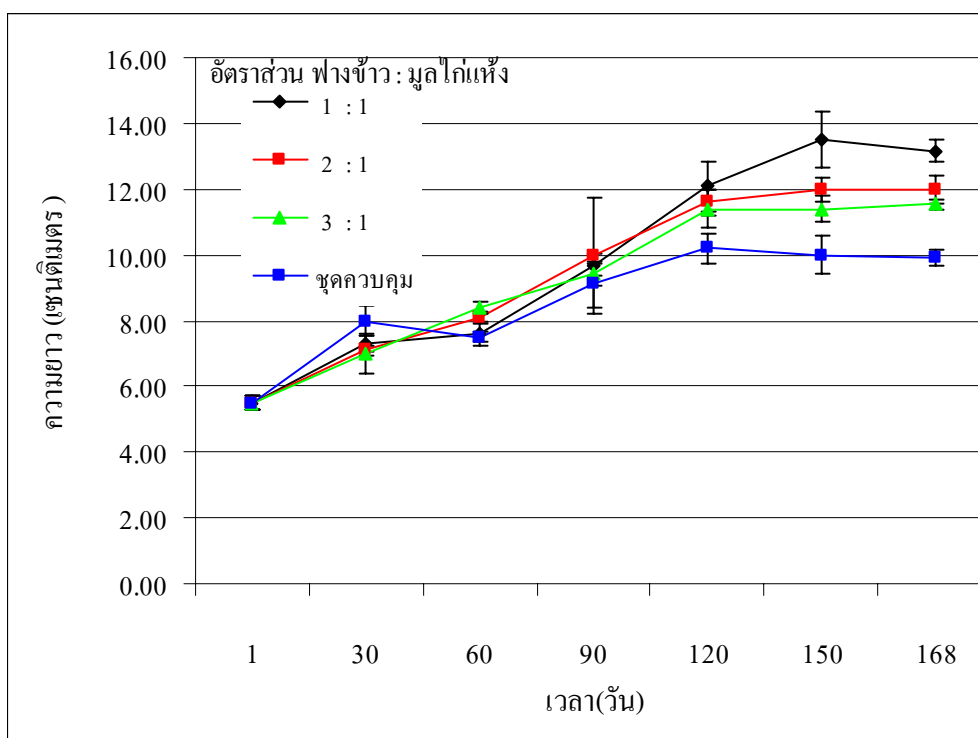
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัม) ของปลาสลิดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสลิดที่เลี้ยงในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับ
มูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม ภายในเวลา 168 วัน (ค่าเฉลี่ย±
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ชุดควบคุม (มูลไก่แห้ง)	อัตราส่วน ฟางข้าว : มูลไก่แห้ง		
		1 : 1	2 : 1	3 : 1
น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	14.22±1.13 ^a	32.70±2.55 ^b	25.01±3.20 ^c	23.00±0.99 ^c
ความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร)	9.9±0.23 ^a	13.2±0.35 ^b	12.0±0.42 ^c	11.5±0.15 ^c
ผลผลิตปลาทั้งหมด (กิโลกรัมต่อบ่อ 400 ตร.ม.)	20.5±7.50 ^a	48.0±10.36 ^b	34.1±13.19 ^{ab}	23.8±5.46 ^a
ผลผลิตปลาสุทธิ (กิโลกรัมต่อบ่อ 400 ตร.ม.)	16.1±7.50 ^a	43.6±10.36 ^b	29.7±13.19 ^{ab}	19.4±5.46 ^a
กำลังการผลิต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)	0.24±0.11 ^a	0.65±0.15 ^b	0.44±0.20 ^{ab}	0.29±0.08 ^a
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	0.07±0.01 ^a	0.18±0.02 ^b	0.14±0.02 ^c	0.12±0.08 ^c
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	1.11±0.05 ^a	1.61±0.05 ^b	1.44±0.08 ^c	1.40±0.03 ^c
อัตรารอด(เปอร์เซ็นต์)	56.4±11.03 ^a	81.5±10.30 ^b	64.8±14.62 ^{ab}	52.1±0.83 ^a

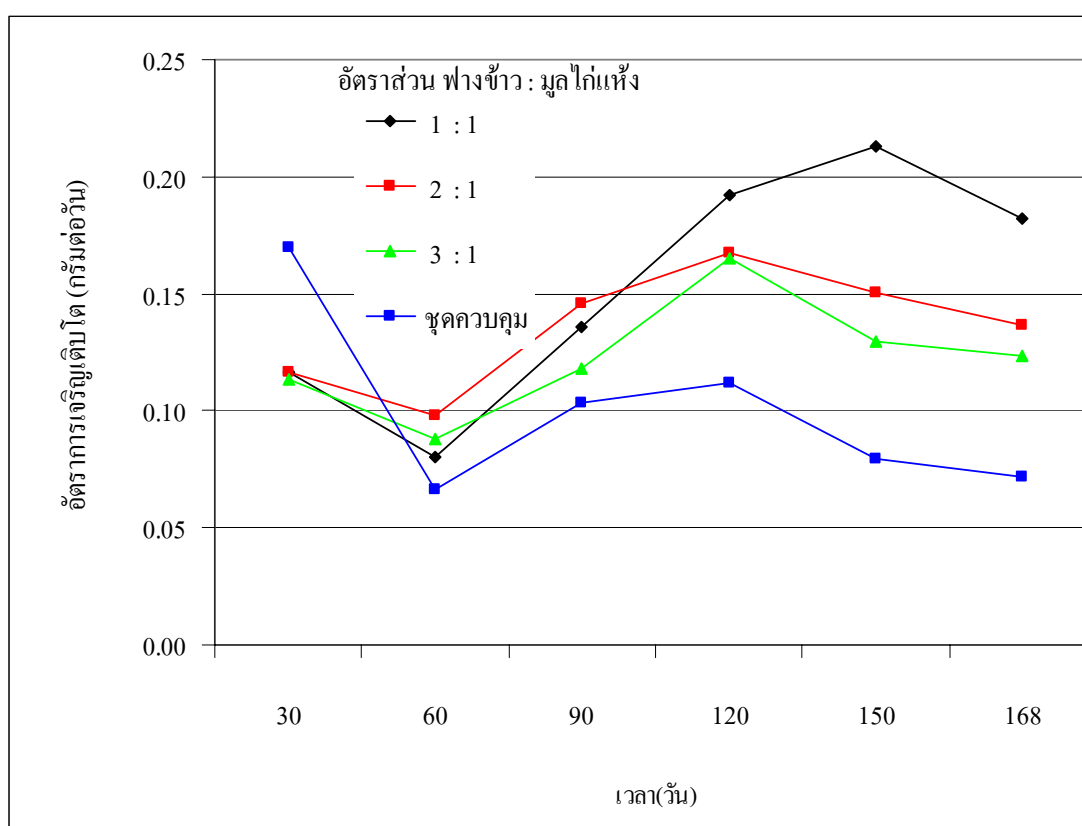
หมายเหตุ a,b,c = อักษรที่แตกต่างในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(<0.05)

ความยาวตัว ปลาสลิดเมื่อเลี้ยง เป็นเวลา 168 วัน มีความยาวตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 13.2 ± 0.35 , 12.0 ± 0.42 , 11.5 ± 0.15 และ 9.9 ± 0.23 เซนติเมตร จากชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 1: 1, 2: 1, 3: 1 และชุดควบคุม ตามลำดับโดย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในชุดการทดลองที่1 ที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วน ฟางข้าว: มูลไก่แห้ง เท่ากับ 1: 1 ทำให้ปลา สลิดมีความยาวตัวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.17 ± 0.34 เซนติเมตรต่อตัว การเปลี่ยนแปลงของความยาวตัว เฉลี่ยในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่3



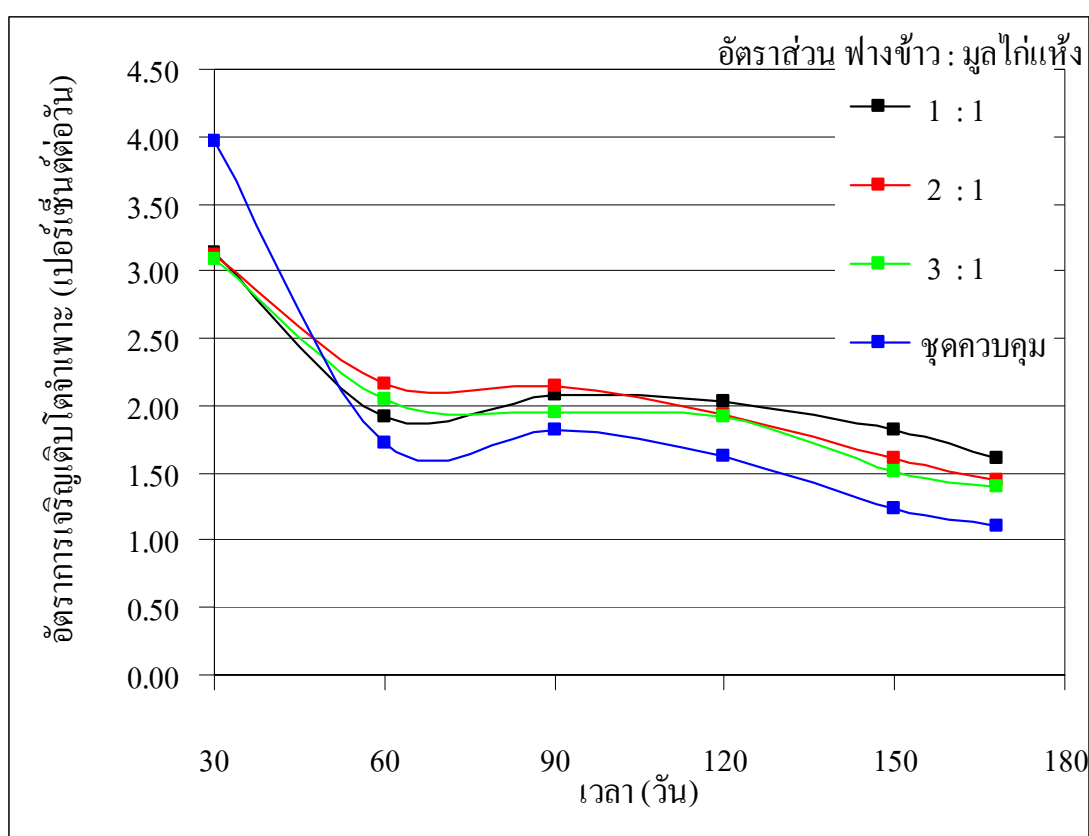
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความยาวตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาสลิดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับ มูลไก่แห้ง ในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

อัตราการเจริญเติบโตของปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 168 วัน มีค่าเท่ากับ 0.18 ± 0.02 , 0.14 ± 0.02 , 0.12 ± 0.08 และ 0.07 ± 0.01 กรัมต่อวัน จากชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1: 1, 2: 1, 3: 1 และชุดควบคุมนั้นตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วนฟางข้าว : มูลไก่แห้ง เท่ากับ 1: 1 ทำให้ปลาสดมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 0.18 ± 0.02 กรัมต่อวัน การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเจริญเติบโตของปลาสดในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ใน ดังภาพที่ 4



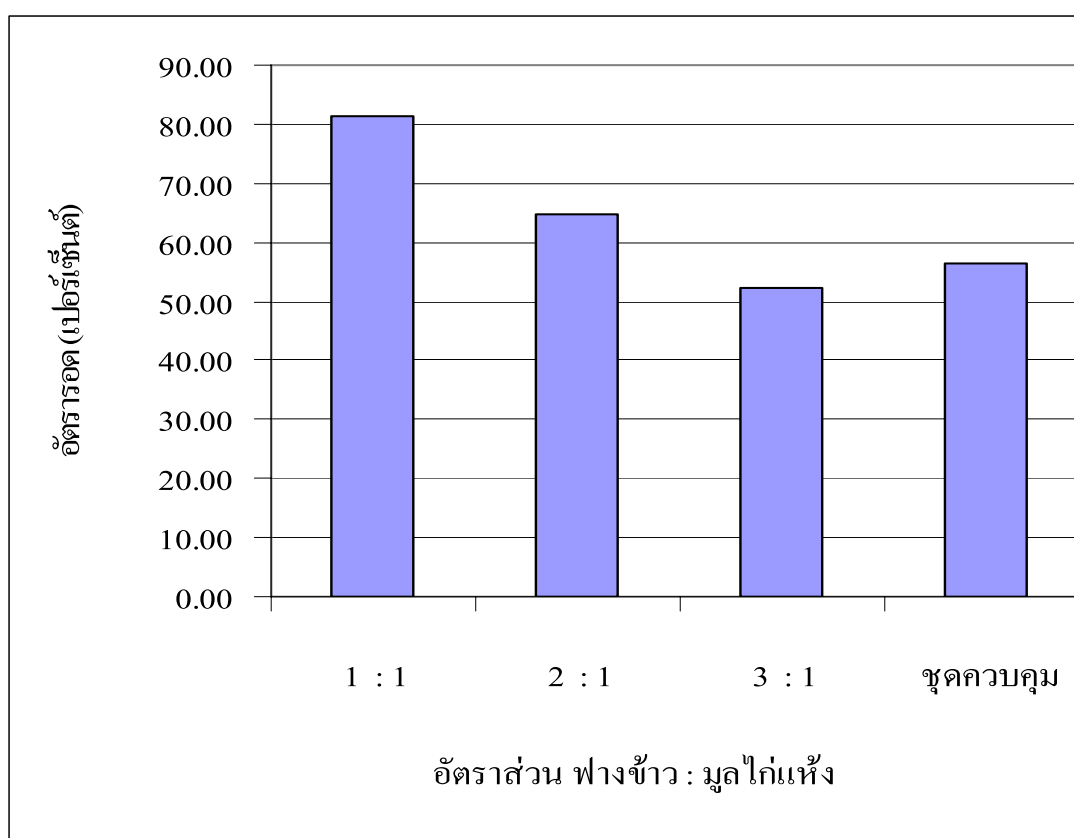
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน) ของปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของพลาสติกหลังทดลองเลี้ยงไปเป็นเวลา 168 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วนต่างๆ กัน เป็นเวลา 168 วัน มีค่าเท่ากับ 1.61 ± 0.05 , 1.44 ± 0.08 , 1.40 ± 0.03 และ 1.11 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน จากชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1: 1, 2: 1, 3: 1 และชุดควบคุม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วนฟางข้าว: มูลไก่แห้ง เท่ากับ 1: 1 ทำให้พลาสติกมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ สูงที่สุด คือ 1.61 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของ พลาสติกในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ใน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของพลาสติกที่เลี้ยงด้วย ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่าง 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

อัตราการรอดของปลาสด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 81.45 ± 10.30 , 64.78 ± 14.62 , 52.13 ± 0.83 และ 56.38 ± 11.03 เปอร์เซ็นต์ จากชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1: 1, 2: 1, 3: 1 และชุดควบคุม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วนฟางข้าว : มูลไก่แห้ง เท่ากับ 1: 1 ทำให้ปลาสดมีอัตราการรอดสูงที่สุด 81.45 ± 10.30 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

2. ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม ภายในเวลา 150 วัน

ผลของการใช้ฟางข้าวและมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 และชุดควบคุม ต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ ตลอดระยะเวลา 150 วัน ได้สรุปไว้ในตารางที่ 10

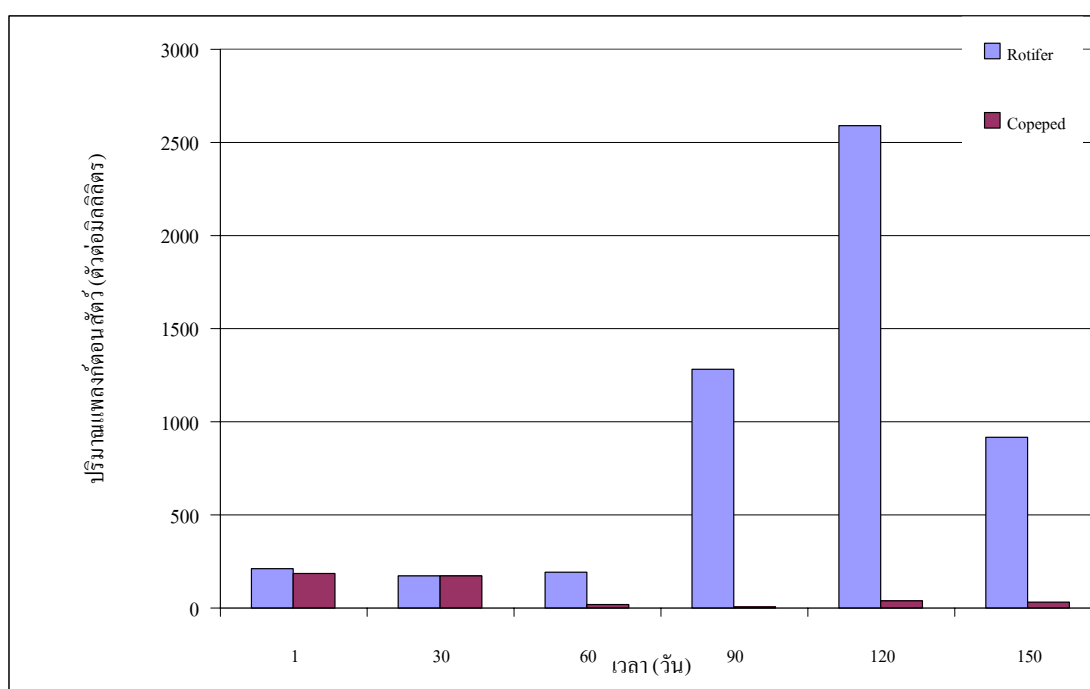
ตารางที่ 10 ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงปลาสดที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม ภายในเวลา 150 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ชนิดของ แพลงก์ตอนสัตว์	ชุดควบคุม (ตัวต่อมิลลิลิตร)	อัตราส่วน ฟางข้าว : มูลไก่แห้ง (ตัวต่อมิลลิลิตร)		
		1 : 1	2 : 1	3 : 1
Rotifer	643.44±32.81 ^a	893.39±107.56 ^b	863.89±82.49 ^b	575.06±132.65 ^a
Copepod	192.78±18.56 ^a	75.50±5.20 ^b	95.44±8.72 ^{bc}	99.67±3.33 ^c
รวม	836.22±14.31 ^{ab}	968.17±105.51 ^b	959.33±87.69 ^b	674.72±134.35 ^a

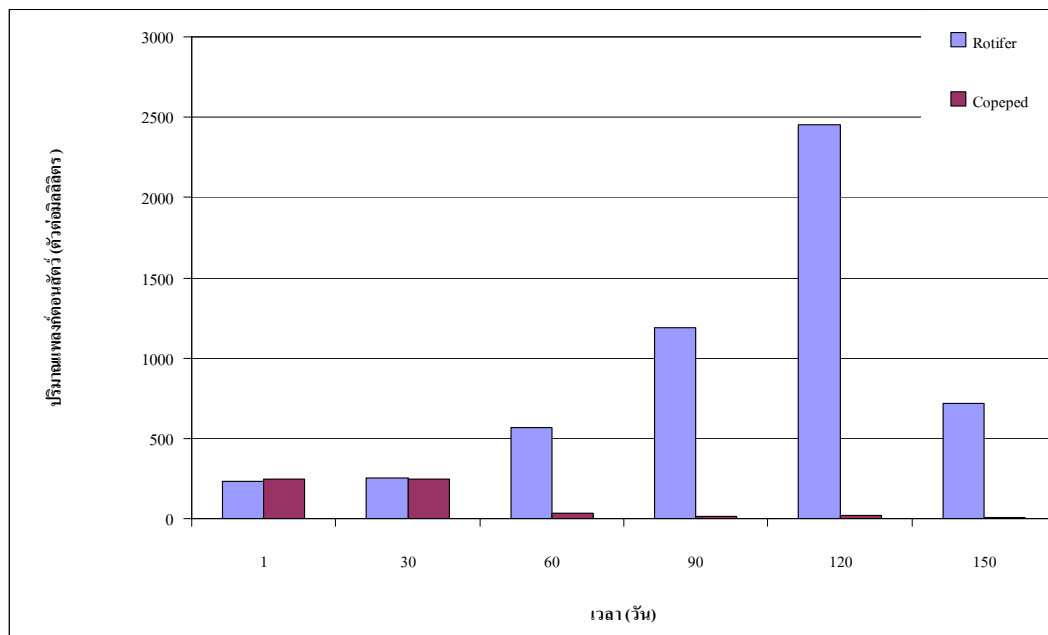
หมายเหตุ a,b,c = อักษรที่แตกต่างในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ในอัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 1: 1 พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลองทั้งหมด คือ 968.17±105.51 ตัวต่อมิลลิลิตร โดยชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ Rotifer มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 893.39±107.56 (174.67-2590) ตัวต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ Copepod 75.50±5.20 (8.00-189.00) ตัวต่อมิลลิลิตร ขณะที่ในอัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 2:1 มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลองทั้งหมดมี 959.33±87.69 ตัวต่อมิลลิลิตร โดยชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ Rotifer มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 863.89±82.49 (235.00-2452) ตัวต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ Copepod 95.44±8.72 (10.00-249.00) ตัวต่อมิลลิลิตร ส่วนในอัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 3:1 พบว่า มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยทั้งหมดมี 674.72±134.35 ตัวต่อมิลลิลิตร โดยชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ Rotifer มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลองเท่ากับ 575.06±132.65(47.33-1750.00) ตัวต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ Copepod 99.67±3.33 (0.00-340.00)

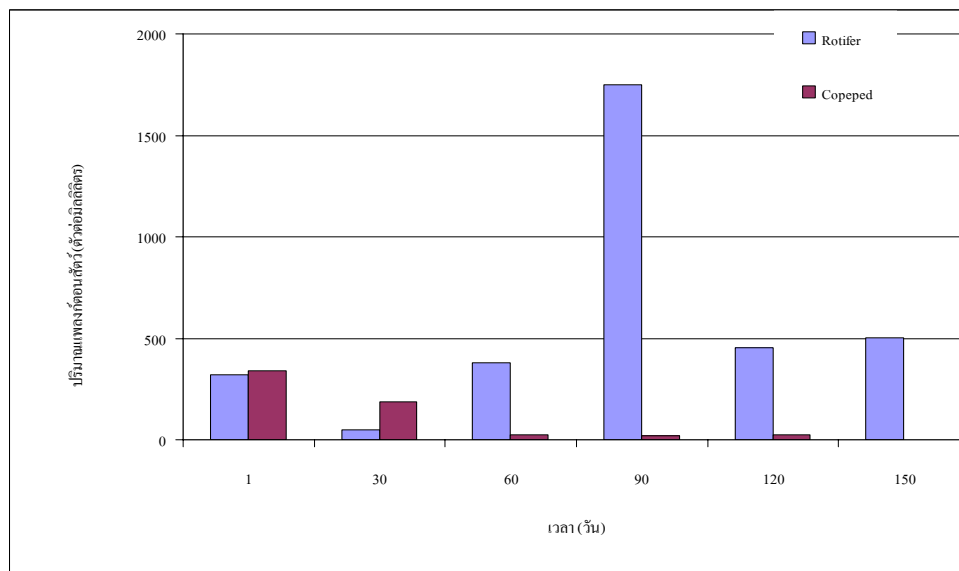
ตัวต่อมิลลิลิตร และในชุดควบคุม จะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลอง ทั้งหมดมี 836.22 ± 14.31 ตัวต่อมิลลิลิตร โดยชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือ Rotifer มีค่าเท่ากับ 643.44 ± 32.81 (160.00-1830.00) ตัวต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ Copepod 192.78 ± 18.56 (150.67-217.50) ตัวต่อมิลลิลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยทั้งหมด ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของแต่ละชุดการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ



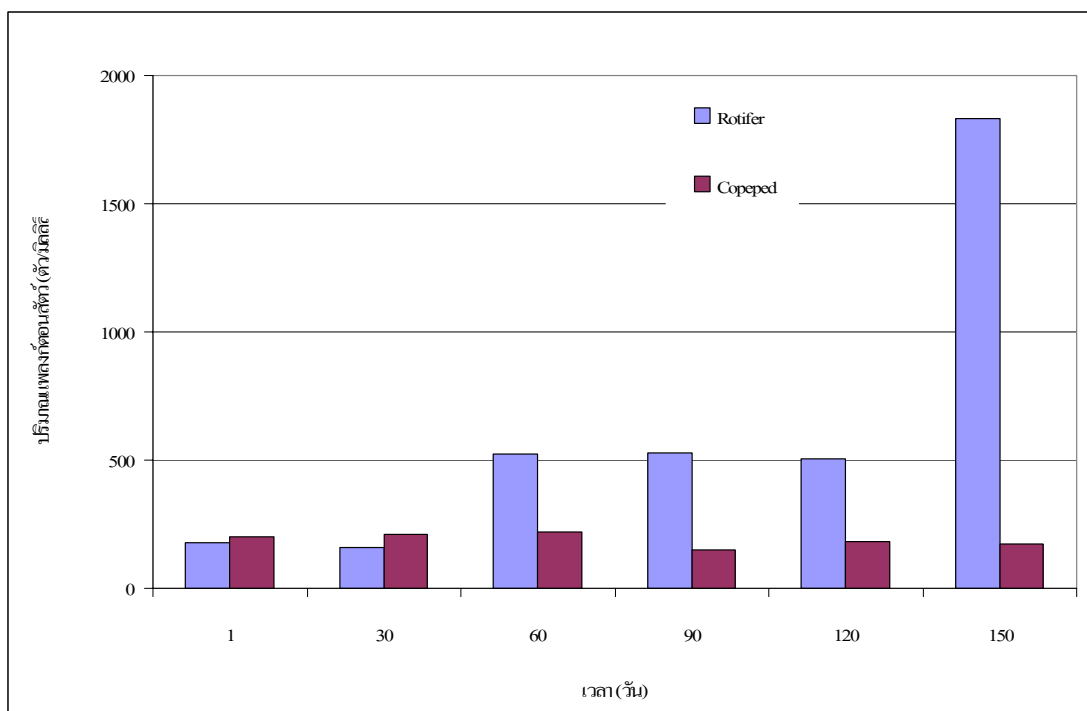
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโรติเฟอร์และโคพีพอด (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงปลา สลิดที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 1 : 1 เป็นเวลา 150 วัน



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโรติเฟอร์และโคพีพอด (ตัวต่อมิลลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงปลา
สลิดที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 2 : 1 เป็นเวลา 150 วัน



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโรติเฟอร์และโคพีพอด (ตัวต่อมิลลิตร) ที่พบในบ่อเลี้ยงปลา
สลิดที่ใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 : 1 เป็นเวลา 150 วัน



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโรติเฟอร์และโคพีพอด (ตัวต่อมิลลิลิตร) ที่พบในบ่อชุดควบคุมเป็นเวลา 150 วัน

3. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำในบ่อเลี้ยงพลาสติก ที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพลาสติกมีใช้ฟางร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วนต่างกัน 3 ระดับและชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 154 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11

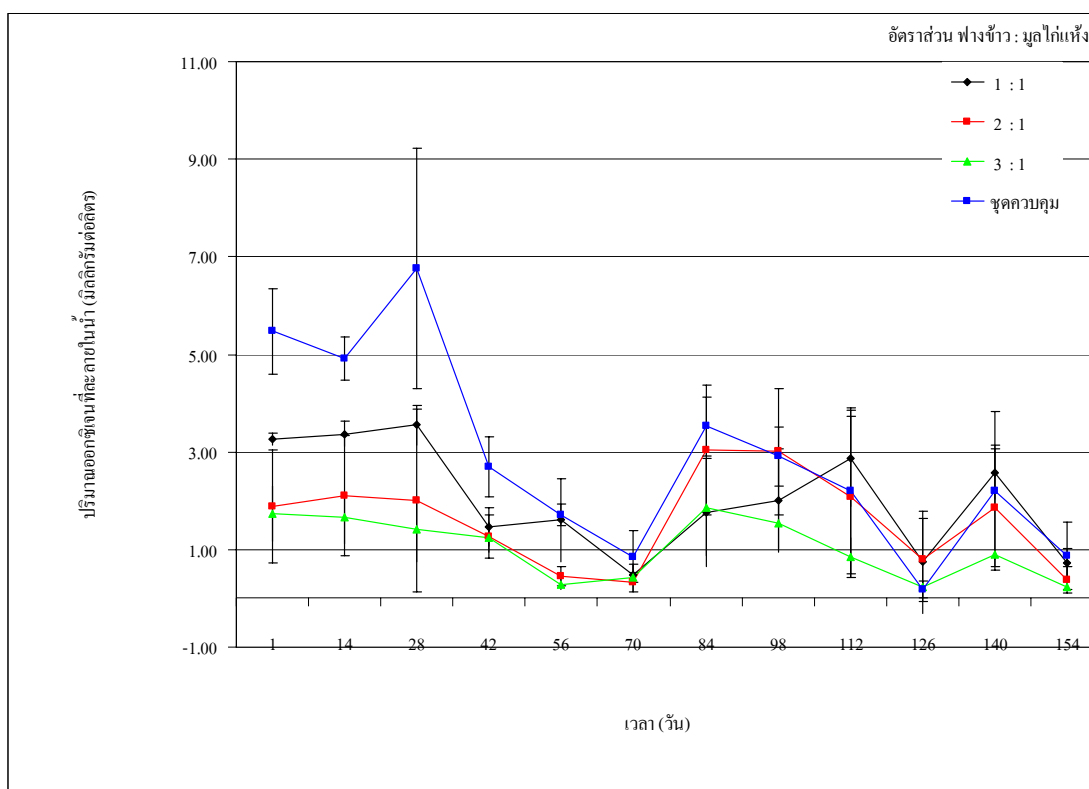
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อเลี้ยงปลาสลิดที่ใช้ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม ภายในเวลา 154 วัน (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ชุดควบคุม (มูลไก่แห้ง)	อัตราส่วน ฟางข้าว : มูลไก่แห้ง		
		1 : 1	2 : 1	3 : 1
DO (mg/l)				
ตอนเช้า	2.86±0.34 ^a	2.01±0.19 ^b	1.61±0.08 ^b	1.03±0.03 ^c
ตอนเย็น	1.84±0.49 ^a	1.56±0.15 ^a	1.55±0.38 ^a	1.48±0.41 ^a
pH				
ตอนเช้า	8.16±0.04 ^a	7.80±0.23 ^b	7.61±0.06 ^{bc}	7.38±0.08 ^c
ตอนเย็น	8.42±0.14 ^a	7.98±0.11 ^b	7.86±0.07 ^b	7.56±0.04 ^c
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
ตอนเช้า	28.34±0.11 ^a	28.11±0.03 ^b	28.15±0.05 ^{ab}	28.25±0.15 ^{ab}
ตอนเย็น	31.90±0.21 ^a	31.29±0.13 ^b	31.78±0.18 ^a	31.65±0.20 ^a
ค่าความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	22.02±3.89 ^a	22.37±0.99 ^a	26.06±1.92 ^a	24.71±2.06 ^a
ปริมาณความเป็นด่าง (mg/l ของ CaCO ₃)	48.04±1.99 ^a	42.50±5.97 ^a	45.41±11.61 ^a	49.66±5.36 ^a
ปริมาณความกระด้าง (mg/l ของ CaCO ₃)	206.88±10.40 ^a	201.17±20.59 ^a	215.66±44.21 ^a	224.31±17.20 ^a
ปริมาณฟอสฟอรัส ละลายน้ำ(mg/l)	0.90±0.09 ^a	0.68±0.28 ^a	0.77±0.46 ^a	0.89±0.11 ^a
ปริมาณแอมโมเนียรวม (mg/l)	0.22±0.03 ^a	0.18±0.03 ^a	0.17±0.03 ^a	0.18±0.01 ^a
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	19.14±4.40 ^a	38.78±6.34 ^b	39.88±8.78 ^b	34.01±4.75 ^b

หมายเหตุ a,b,c = อักษรที่แตกต่างในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

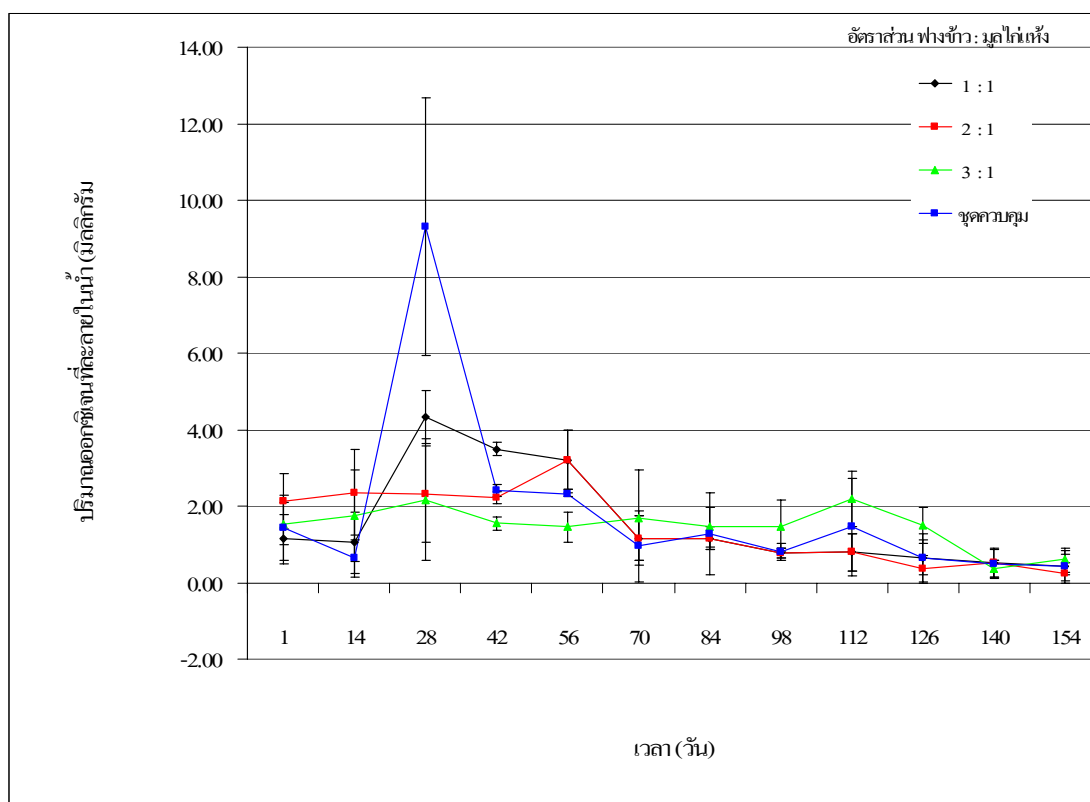
3.1.1 ตอนเช้า ตลอดการระยะเวลาการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่1 และชุดควบคุม เท่ากับ 1.03 ± 0.03 (0.24-1.86), 1.61 ± 0.08 (0.33-3.01), 2.01 ± 0.19 (0.48-3.55) และ 2.86 ± 0.34 (0.18-6.76) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองของการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในตอนเช้า ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนเช้า ภายในบ่อเลี้ยง ปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุมเป็นเวลา 154 วัน

3.1.2 ตอนเย็น ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง เรียง

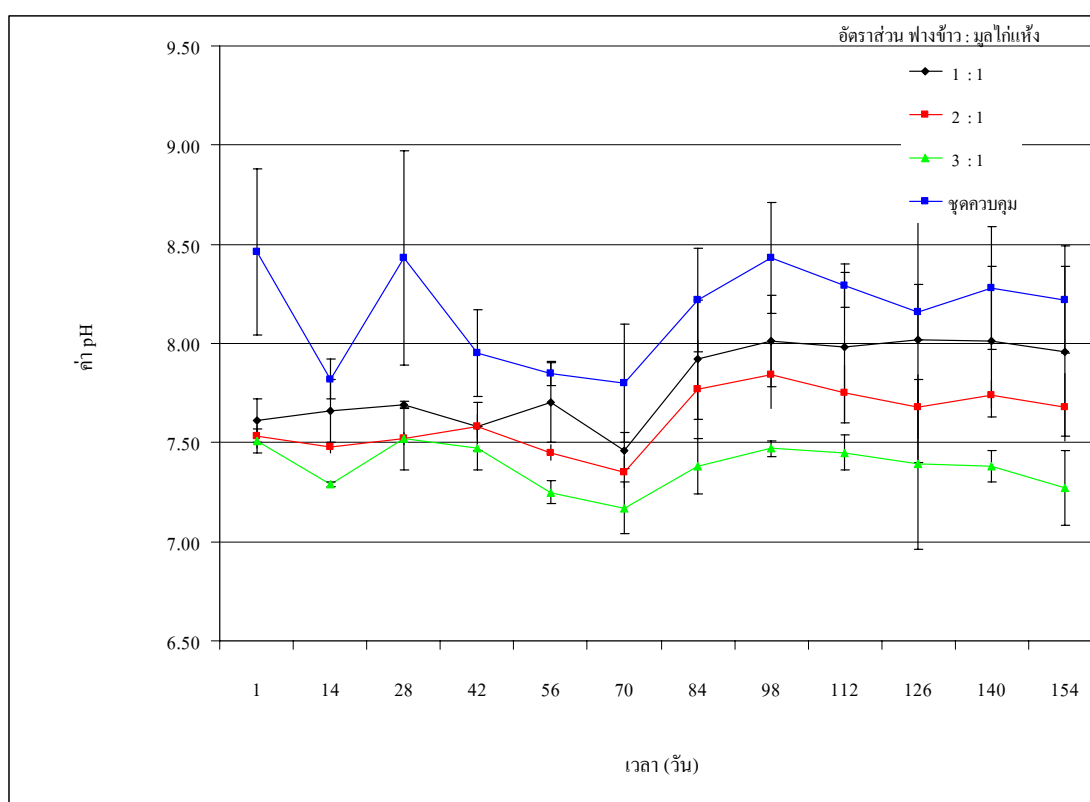
ลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่1 และชุดควบคุม เท่ากับ 1.48 ± 0.41 (0.36-2.18), 1.55 ± 0.38 (0.23-3.21) 1.56 ± 0.15 (0.44-4.33) และ 1.84 ± 0.49 (0.43-9.30) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในตอนเย็น ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่12



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนเย็น ภายในบ่อเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

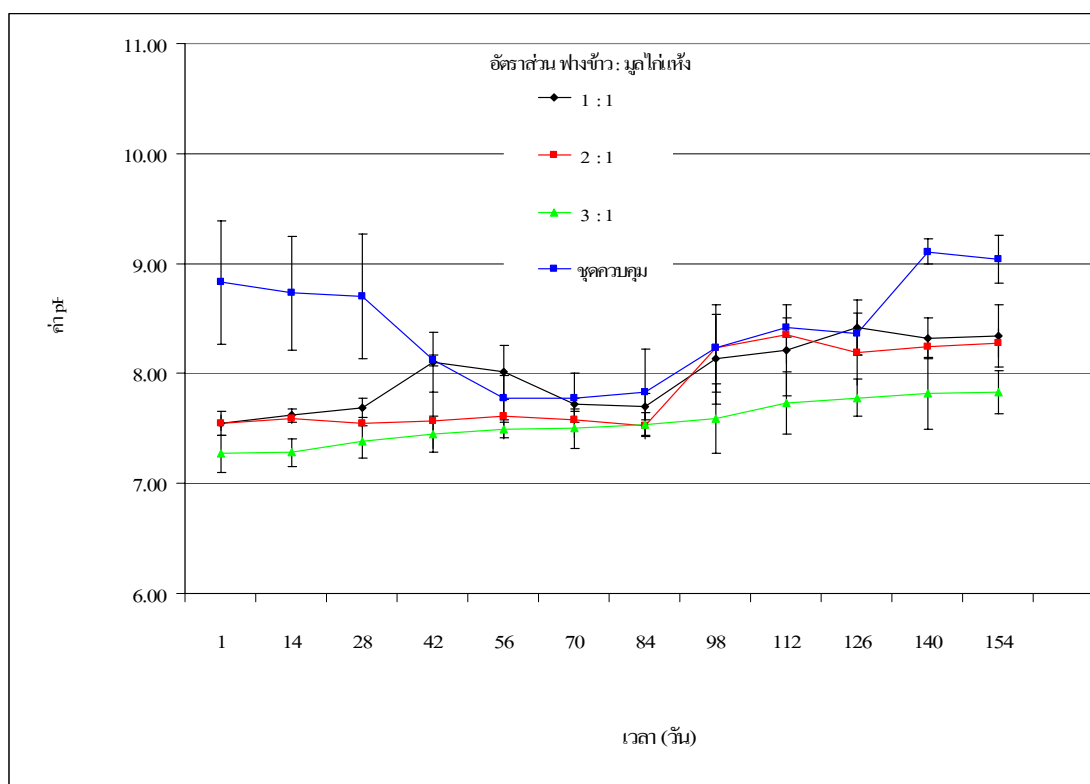
3.2 ค่า pH

3.2.1 ตอนเช้า ตลอดจนการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่1 และ ชุดควบคุม เท่ากับ 7.38 ± 0.08 (7.17-7.52), 7.61 ± 0.16 (7.35-7.77), 7.80 ± 0.23 (7.46-8.02) และ 8.16 ± 0.04 (7.80-8.46) ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม เปลี่ยนแปลง pH ในตอนเช้า ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดจนระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่13



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลง pH ตอนเช้า ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

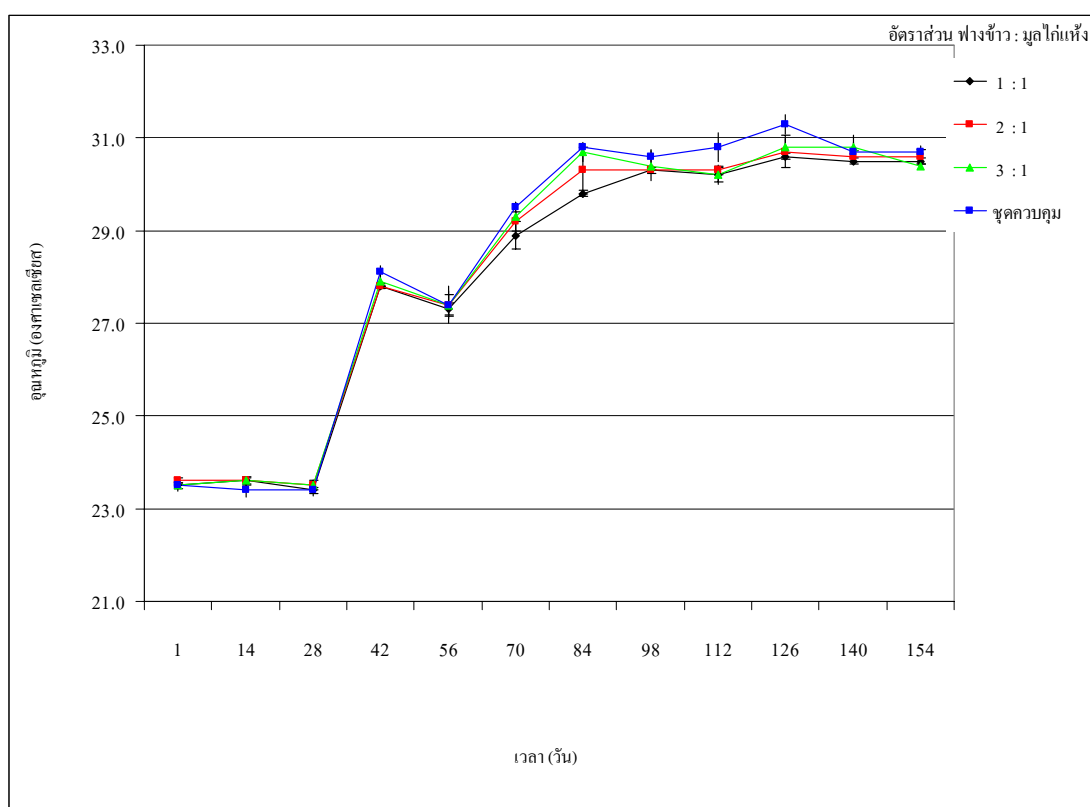
3.2.2 ตอนเย็น ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่1 และชุดควบคุม เท่ากับ 7.56 ± 0.04 (7.28-7.83), 7.86 ± 0.07 (7.52-8.35), 7.98 ± 0.11 (7.55-8.42) และ 8.42 ± 0.14 (7.78-9.11) ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลง pH ในตอนเย็น ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลง pH ตอนเย็น ภายในเลี้ยงปลาสลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

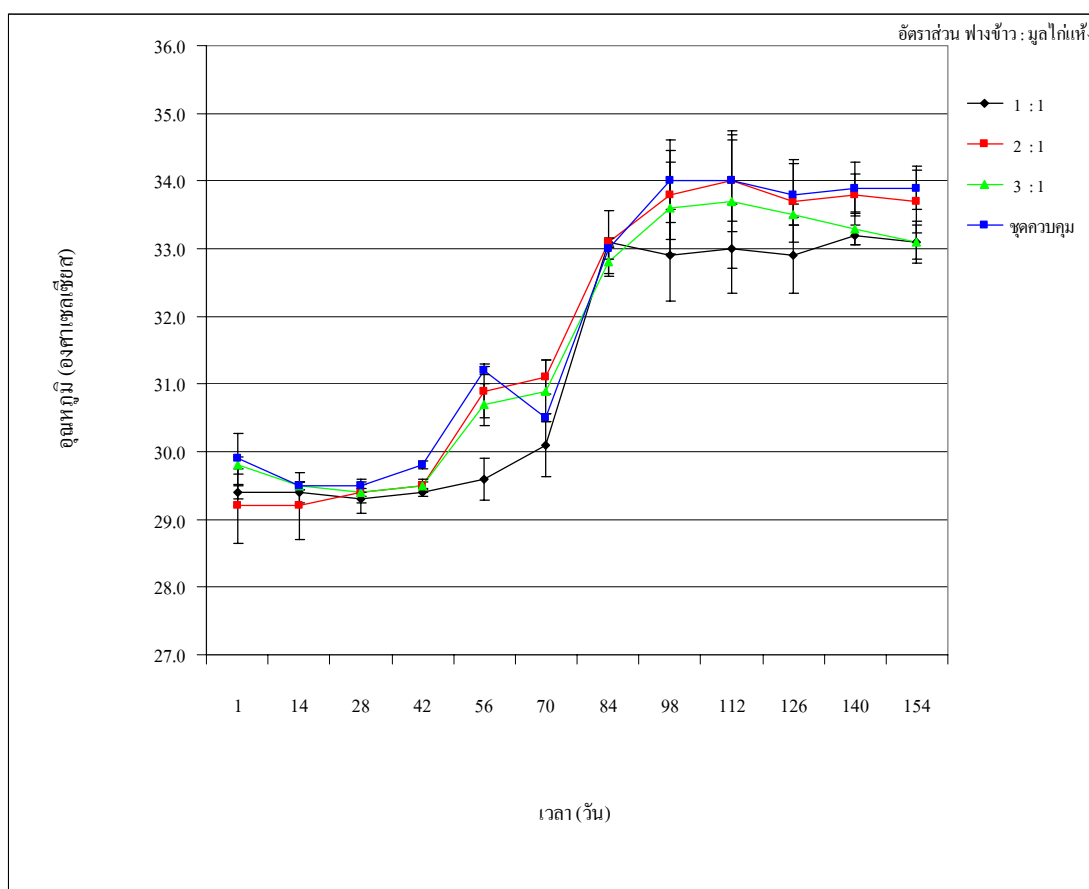
3.3 อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

3.3.1 ตอนเช้า ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่1 ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่3 และ ชุดควบคุม เท่ากับ $28.11 \pm 0.03 (23.4-30.6)$, $28.15 \pm 0.05 (23.5-30.7)$, $28.25 \pm 3.05 (23.5-30.8)$ และ $28.34 \pm 0.11 (23.4-31.3)$ องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดการทดลองที่1 และชุดควบคุม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ น้ำในตอนเช้า ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ใน ภาพที่15



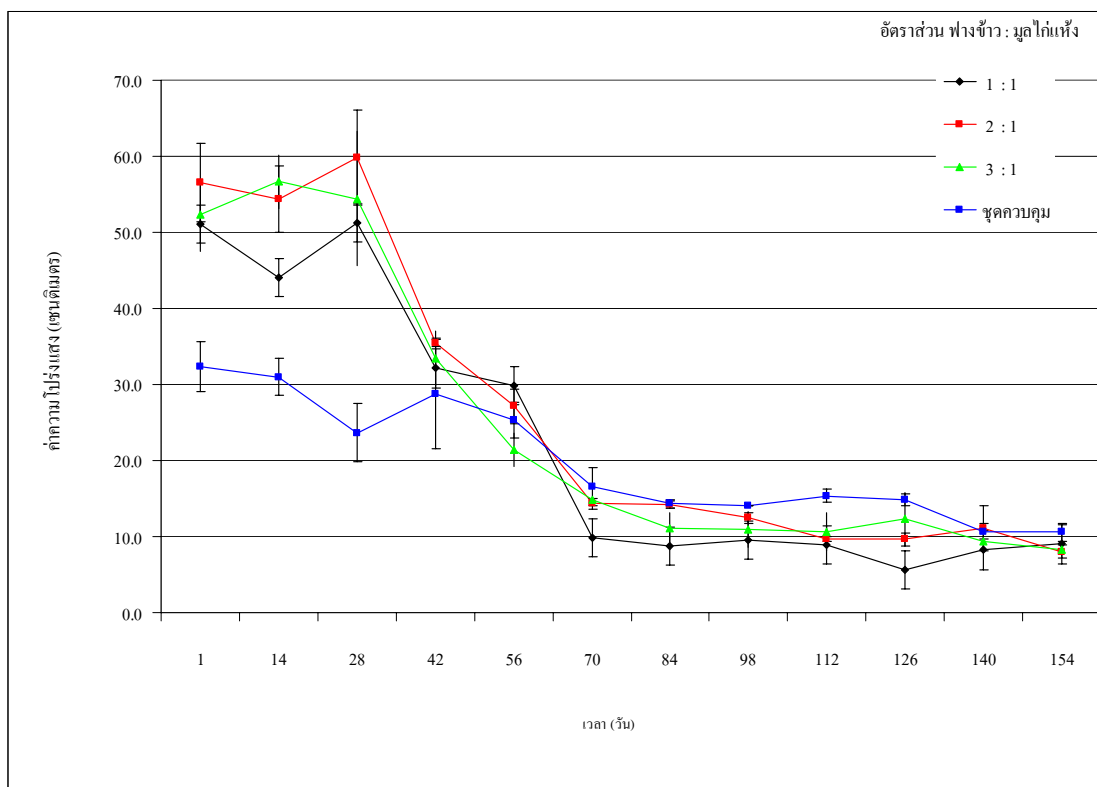
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเช้า ภายในเลี้ยงปลาสด โดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.3.2 ตอนเย็น ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่1 ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่2 และชุดควบคุม เท่ากับ $31.29 \pm 0.13 (29.3-33.2)$, $31.65 \pm 0.20 (29.4-33.7)$, $31.78 \pm 0.18 (29.2-34.0)$ และ $31.90 \pm 0.21 (29.5-34.0)$ องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในชุดการทดลองที่1 และชุดควบคุม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในน้ำในตอนเย็น ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่16



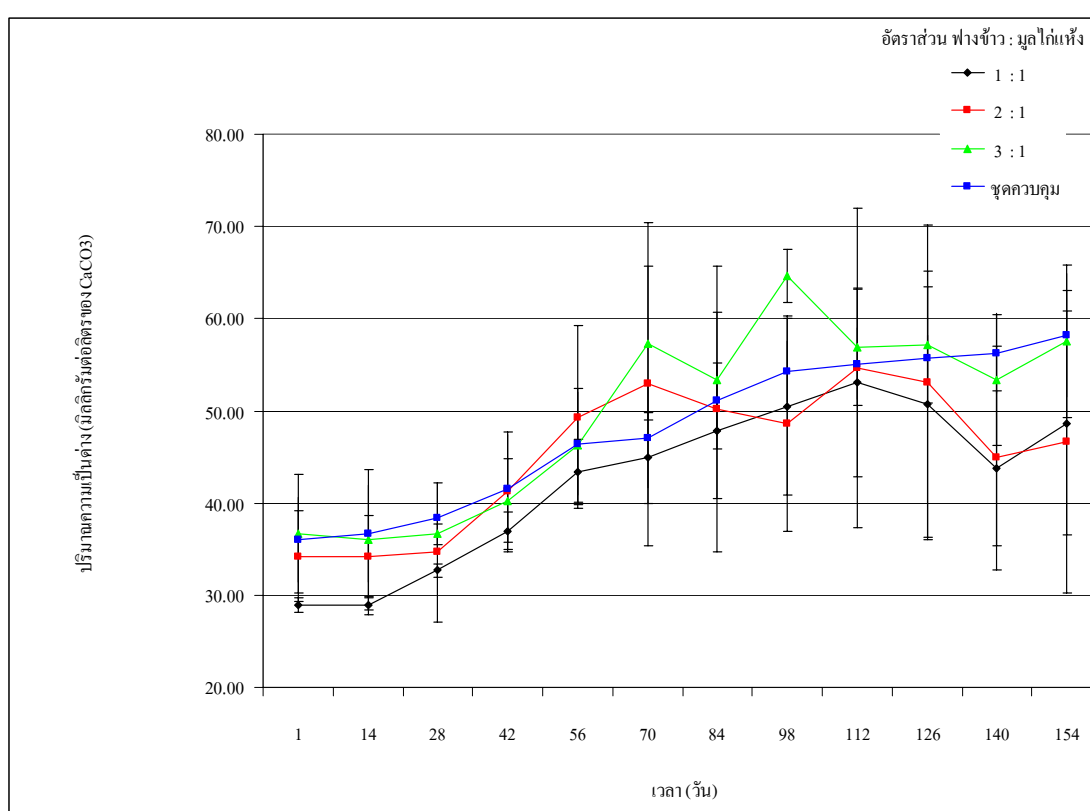
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเย็น ภายในเลี้ยงปลาสด โดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.4 ความโปร่งแสง (เซนติเมตร) ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดควบคุม ชุดการทดลองที่1 ชุดการทดลองที่3 และชุดการทดลองที่2 เท่ากับ $22.02 \pm 3.89(10.0-34.7)$, $22.37 \pm 0.99(5.7-51.2)$, $24.71 \pm 2.06(8.22-56.7)$ และ $26.06 \pm 1.92(8.0-59.8)$ เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของค่าความโปร่งแสง ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 17



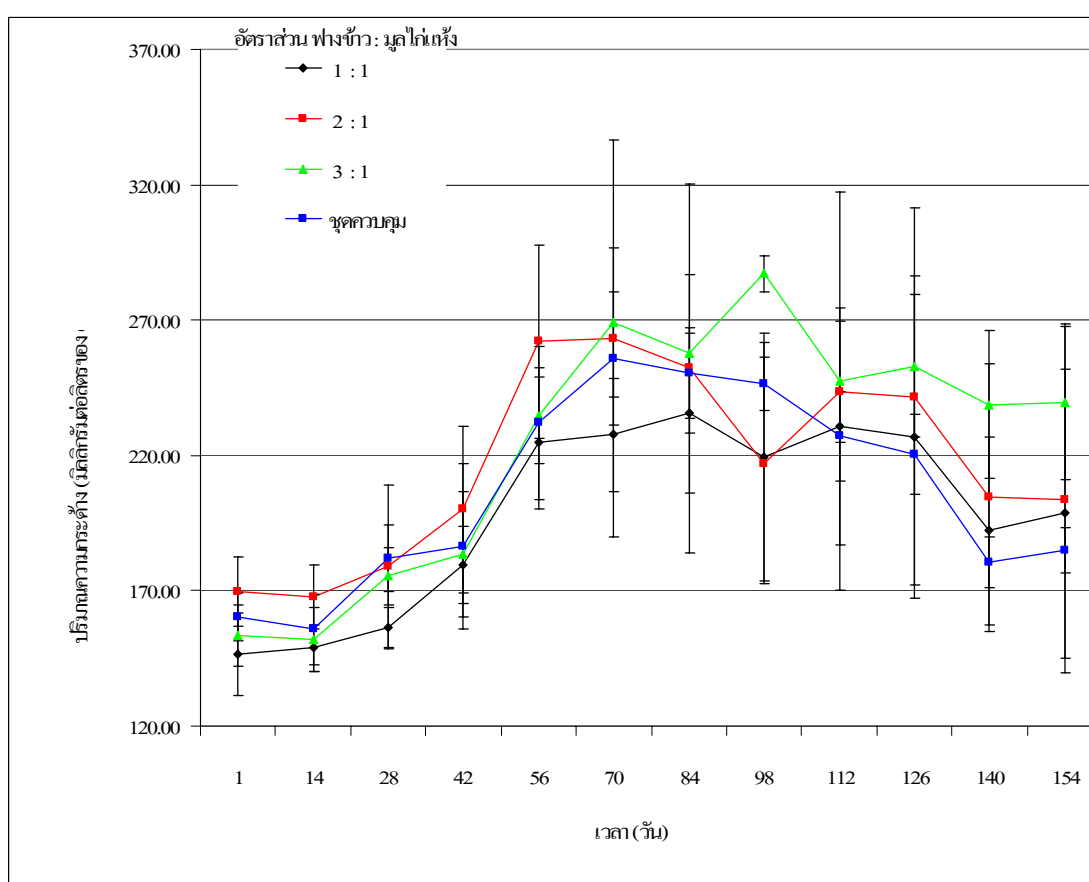
ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสง (เซนติเมตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลาสด โดยใช้ฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.5 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่ามีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่1 ชุดการทดลองที่2 ชุดควบคุม และชุดการทดลองที่3 เท่ากับ $42.50 \pm 5.97 (28.89-53.11)$, $45.41 \pm 11.61 (34.22-54.67)$, $48.04 \pm 1.99 (36.00-58.22)$ และ $49.66 \pm 5.36 (36.00-64.67)$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลอง ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเป็นด่าง ทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่18



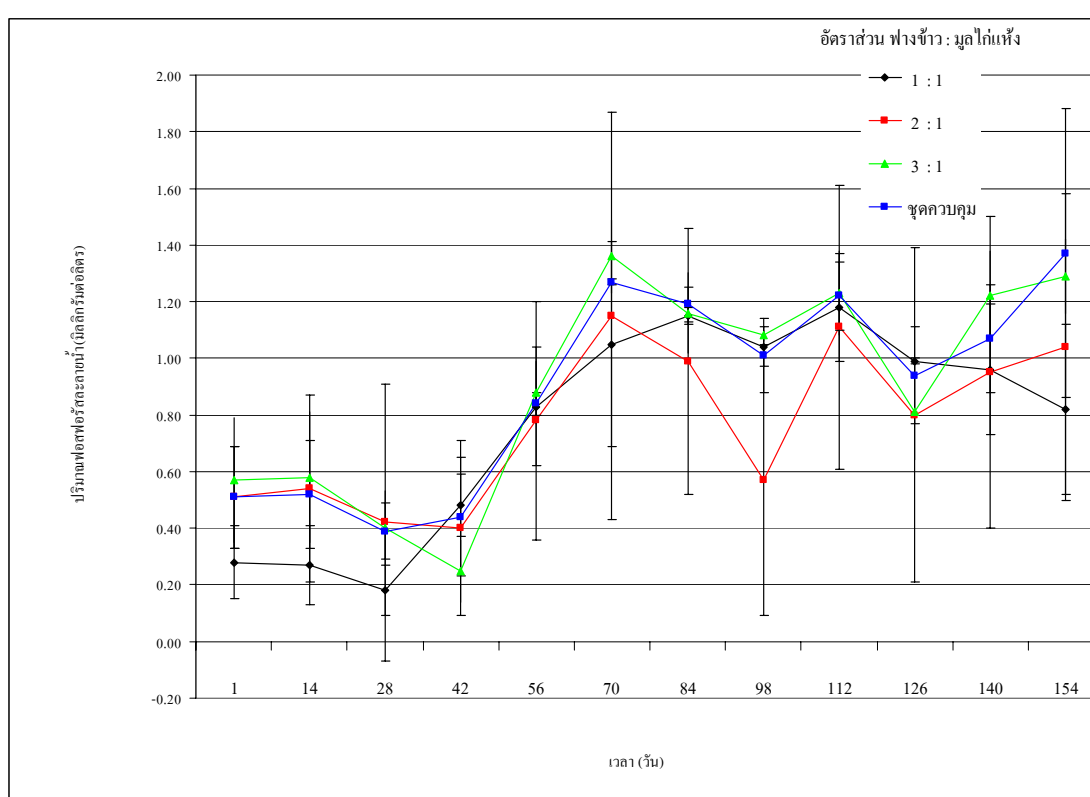
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อเลี้ยงปลา สลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.6 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่ามีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่1 ชุดควบคุม ชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 เท่ากับ 201.17 ± 20.59 (146.45-235.78), 206.88 ± 10.40 (155.78-256.00), 215.66 ± 44.21 (167.78-263.33) และ 224.31 ± 17.20 (151.78-287.11) มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความกระด้าง ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่19



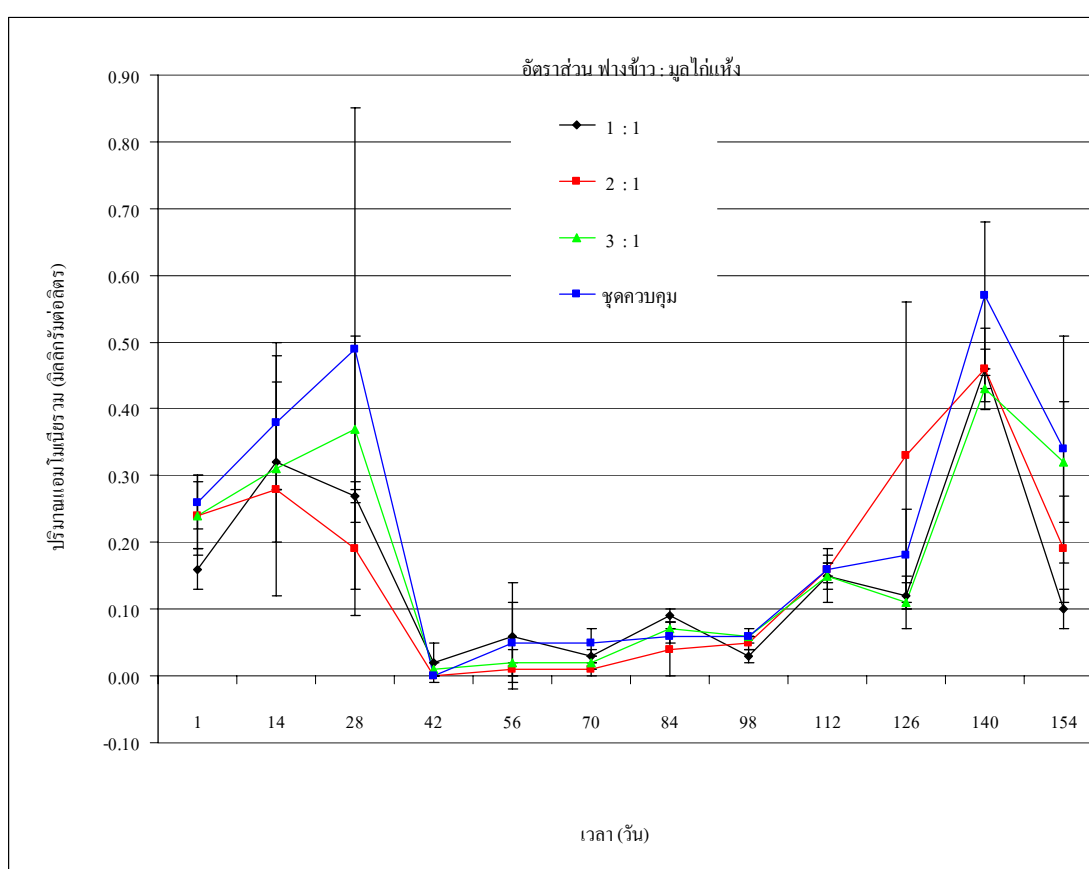
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อเลี้ยงปลาโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.7 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่1ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่3 และชุดควบคุม เท่ากับ 0.68 ± 0.28 (0.18-1.18), 0.77 ± 0.46 (0.40-1.15±), 0.89 ± 0.11 (0.25-1.36) และ 0.90 ± 0.09 (0.39-1.37) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่20



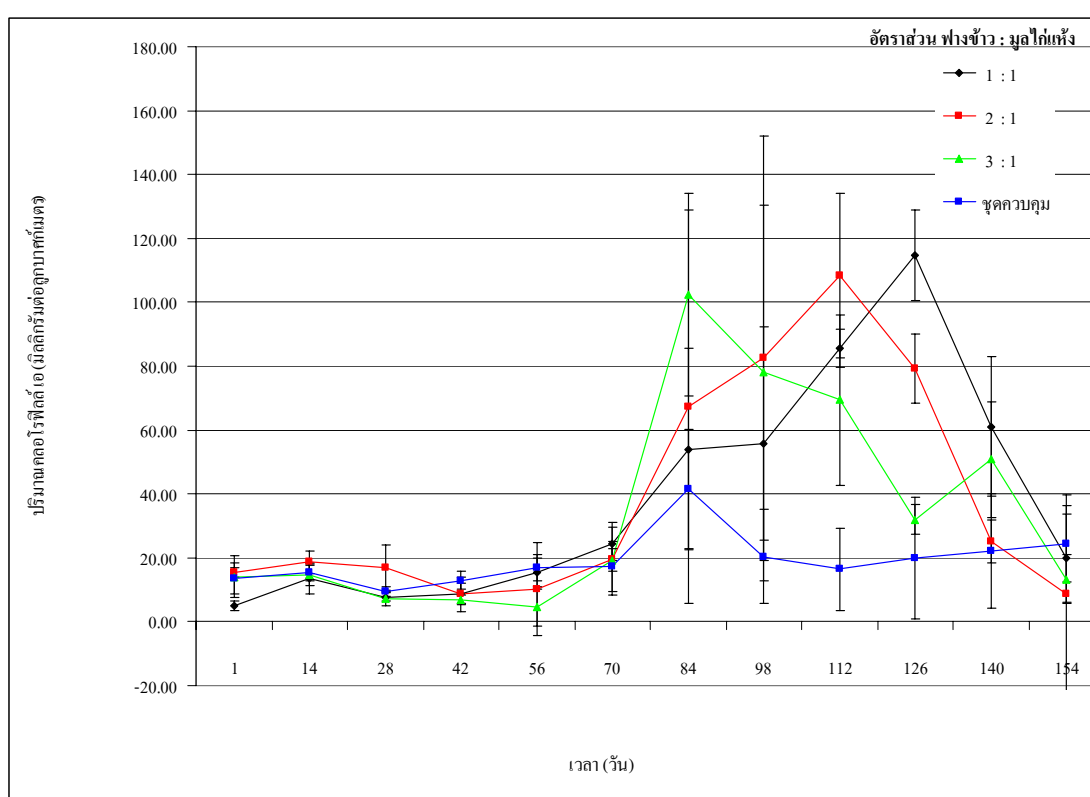
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงพลาสติก โดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.8 ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดการทดลองเลี้ยง มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดการทดลองที่2 ชุดการทดลองที่1 ชุดการทดลองที่3 และชุดควบคุม เท่ากับ 0.17 ± 0.03 (0.00-0.46), 0.18 ± 0.03 (0.02-0.46), 0.18 ± 0.01 (0.01-0.43) และ 0.22 ± 0.03 (0.00-0.57) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวม ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่21



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลา สลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตลอดการทดลองเลี้ยง พบว่า พบว่า มีค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้ ชุดควบคุม ชุดการทดลองที่3 ชุดการทดลองที่1 และชุดการทดลองที่2 เท่ากับ $19.14 \pm 4.40 (9.49-41.53)$, $34.01 \pm 4.75 (4.45-102.35)$, $38.78 \pm 6.34 (8.90-114.81)$ และ $39.88 \pm 8.78 (8.90-108.43)$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ในทุกชุดการทดลองให้ผลความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงได้แสดงไว้ในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลา สลิดโดยใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในอัตราส่วน 3 ระดับ และชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

วิจารณ์

1. การเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตของปลาสลิดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 168 วัน

จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 พบว่าในช่วง 90 วันแรกของการเลี้ยง ปลาสลิดในทุกชุดการทดลองนั้นมีการเจริญเติบโตในรูปร่างหน้าตัวและความยาวตัวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ขบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่เกิดขึ้นของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง ทำให้เกิดผลผลิตอาหารธรรมชาติในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของปลาสลิดในช่วงเวลาดังกล่าว ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่ค่อนข้างต่ำในช่วง 60 วันแรกของการทดลอง แต่หลังจากเดือนที่ 2 ไปแล้ว พบว่าการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง มีผลให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ โดยเฉพาะกลุ่ม Rotifer ที่สูงมากขึ้น อาจเป็นผลมาจากเมื่ออินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์มีปริมาณสะสมเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์ตามมา จากรายงานการศึกษากระเพาะอาหารของลูกปลาสลิด พบว่า ส่วนใหญ่ลูกปลาสลิดอายุ 1-2 เดือนจะกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร (Hora and Pillay, 1962; บุญยรัตน์, 2523) และ 90% ของแพลงก์ตอนที่พบได้แก่ โรติเฟอร์, โปรโตซัว และไรแดง (Boonsom, 1984) โดยเฉพาะ โรติเฟอร์ นั้น จัดเป็นอาหารที่สำคัญที่ลูกปลาสลิดชอบกินมาก (Boonsom, 1983; ศรีวราช, 2538) ส่วนแพลงก์ตอนพืชนั้น ถึงแม้จะไม่เป็นอาหารโดยตรงของปลาสลิด (นิพนธ์, 2536; ศรีวราช และอนุศักดิ์, 2538) แต่จะเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดินอีกทอดหนึ่ง และหลังจาก 90 วันจนถึงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาสลิดในทุกชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตที่ความแตกต่างทั้งรูปร่างหน้าตัวและความยาวตัวเฉลี่ยอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากแหล่งอาหารหลักของปลาในระยะหลังนี้น่าจะมาจากซากฟางที่เน่าเปื่อยได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุวรรณดีและคณะ (2536) ที่ได้ทำการศึกษาอาหารในกระเพาะอาหารของปลาสลิด ที่มีขนาด 10-21 เซนติเมตร พบว่าชนิดของอาหารที่พบส่วนใหญ่จะเป็นตัวอ่อนของแมลง 31 เปอร์เซ็นต์ แพลงก์ตอน 29 เปอร์เซ็นต์ เศษพืช 22 เปอร์เซ็นต์ และเศษเน่าเปื่อยอีก 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าหลังจาก 4 เดือนไปแล้ว ปลาสลิดในชุดควบคุมที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งเพียงอย่างเดียวนั้น อาจมีอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงส่งผลให้ในชุดการทดลองที่มีการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในชุดควบคุม และพบว่าในชุดการทดลองที่ 1 ที่ใช้อัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 1 : 1 จะทำให้ปลาสลิดมีการเจริญเติบโตดีที่สุด และพบว่าอัตราส่วนการเสริมฟางข้าวในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาสลิด อาจเป็นเพราะปลาสลิดสามารถกินซากฟางข้าวได้เพียงระดับ

หนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้ซากเน่าเปื่อยของฟางข้าวที่เหลือตกค้างสะสมอยู่ในบ่อในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยจึงกลับส่งผลต่อคุณภาพของน้ำภายในบ่อเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาสดนั้นยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียรวม จากภาพที่ 4 ในช่วงวันที่ 30-60 และวันที่ 120-168 นั้น ในทุกชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยลดลงอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำที่เพิ่มขึ้นดังภาพที่ 21 และการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ดังภาพที่ 11 และภาพที่ 12) โดยผลผลิตสุทธิของปลาสดในบ่อดินที่เลี้ยงด้วยอัตราฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 1:1 อัตราความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อบ่อ 400 ตารางเมตร เป็นระยะเวลา 168 วัน จะให้ผลผลิตปลาสด 174.4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตปลาใกล้เคียงกับรายงานของเกรียงไกร (2539) ที่ใช้ปุ๋ยหมักเป็นอาหาร ที่อัตราความหนาแน่น 4 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงเป็นระยะเวลา 334 วัน ซึ่งจะให้ผลผลิตเพียง 191 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงกว่าจากการศึกษาของอิศโรและพะอบ (2513) รายงานว่า จากการเลี้ยงปลาสดขนาด 3.0-4.3 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.51 กรัม ปลอ่ยด้วยอัตรา 1,000 ตัวต่อไร่ โดยทำการเลี้ยงในบ่อดินขนาด 200 ตารางเมตร เป็นเวลา 6 เดือน โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 40 กิโลกรัมต่อบ่อต่อเดือน พบว่าจะได้ผลผลิตปลาสดเพียง 59.35 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามผลการศึกษา ครั้งนี้ให้ผลผลิตต่ำกว่า สุริยัน (2538) ที่เลี้ยงปลาสดแบบพัฒนา อัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 365 วัน โดยใช้อาหารเม็ดปลากินพืชและปุ๋ยเคมี ผลผลิตที่ได้สูงถึง 362 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณผลผลิตสุทธิของปลาสดในบ่อดินยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดของปลาอีกด้วยดังจากผลการทดลองที่พบว่าในชุดการทดลองที่ 1 ที่ใช้อัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้ง เท่ากับ 1:1 ที่ให้อัตรารอดสูงที่สุดคือ 81.5 เปอร์เซ็นต์

2. ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบภายในบ่อปลาสดที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 150 วัน

พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษา เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์นั้นสามารถใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปบ่อ เมื่ออินทรีย์วัตถุนั้นเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ภายในบ่อปลา ซึ่งปลาสามารถใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านั้นเป็นอาหารได้ นอกจากนั้นปลาก็สามารถที่จะกินอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปเป็นอาหารได้โดยตรง โดยชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่อทดลองของทุกชุดการทดลองเพียง 2 ชนิด คือ Rotifer และ Copepod โดย Rotifer พบ 77.0-92.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่ตรวจพบ รองลงมา คือ Copepod พบอยู่เพียง 7.3-23.1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่ตรวจพบ โดย Rotifer จะมีปริมาณเพิ่มสูงสุดในช่วงระหว่างที่ 90-120 วันของชุดการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับ

มูลไก่แห้งที่อัตราส่วน 1:1, และ 2:1 ตามลำดับ ขณะที่การใส่ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งที่ 3:1 พบสูงสุดที่ 90 วัน ซึ่งอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ได้แก่พวกสาหร่ายเซลล์เดียวและโปรโตซัว รวมทั้งจุลินทรีย์ จึงส่งผลทำให้แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้มีกินอาหารได้หลายชนิด เป็นผลให้มีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดี ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงแรกของระยะเวลาดังกล่าว พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชอยู่ในปริมาณน้อยโดยพิจารณาจากปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ ที่ตรวจพบยังอยู่ในปริมาณต่ำ และที่เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่งอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปภายในบ่อเกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ผลที่ได้จากกิจกรรมของจุลินทรีย์คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟอสเฟต และสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตและเป็นอาหารสำหรับแพลงก์ตอนสัตว์เป็นเหตุให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วง 70 วันแรก มีปริมาณน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากและอาจเกิดจากความไม่เหมาะสมของอัตราส่วน N : P ได้อีกทางหนึ่ง และจากผลการทดลอง พบว่า *Moina* จะมีปริมาณน้อยมากและในบางช่วงอาจจะไม่พบเลยเนื่องมาจากการที่ *Moina* จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของปลาชนิดอื่นนอกจากนี้ Rotifer ยังเป็นศัตรูที่สำคัญของ *Moina* ซึ่งพบว่ามีปริมาณมากและตลอดการทดลอง และจากผลในชุดควบคุมนั้นมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยสูง (ภาพที่ 10) และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบนั้นอาจเป็นผลกระทบมาจากภายในบ่อชุดควบคุมนั้นมีตะกอนดินแขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งส่งผลต่อการหาอาหารของปลาชนิดซึ่งสอดคล้องกับผลของอัตราการเจริญเติบโตของปลาชนิด และจากรายงานของศราวุธและคณะ(2538)ที่ได้ศึกษาผลของปุ๋ย 3 ชนิดต่อปริมาณแพลงก์ตอนที่พบ ซึ่งพบว่าเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ไม่ทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่การใช้ปุ๋ยหญ้าแห้งและปุ๋ยหญ้าแห้งร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ จะทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าการใช้มูลไก่แห้งเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำภายในบ่อพลาสติกที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม เป็นเวลา 154 วัน

3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตอนเช้า พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีค่าเฉลี่ยลดลง เมื่อปริมาณอัตราส่วนฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้น โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำธรรมชาติ หรือในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ไม่มีการเติมอากาศ พบว่าจะมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชเป็นหลัก (ประมาณ 90-95%) และอีกส่วนซึ่งมีปริมาณน้อยซึ่งจะมาจากการละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง (วิรัช, 2544) ส่วนการสูญเสียออกซิเจนภายในบ่อ

ส่วนใหญ่จะเกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบ่อซึ่งรวมทั้งพืชและสัตว์น้ำ นอกจากนี้ในขบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ก็เป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 11 ที่พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำค่อนข้างสูงในช่วง 2 เดือนแรกเนื่องมาจากขบวนการย่อยสลายและการสะสมของอินทรีย์สารยังมีน้อยอยู่ และจะค่อยๆมีปริมาณลดต่ำลงในเดือนต่อมา เนื่องมาจากภายในบ่อมีปริมาณของอินทรีย์สารเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตอนเย็น จะมีค่าเฉลี่ยลดลง เมื่อปริมาณอัตราส่วนฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่กลับพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตอนเย็นนั้นมีค่าเฉลี่ยในทุกชุดการทดลองต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตอนเช้า เนื่องมาจากอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจะสูงขึ้น ตามอุณหภูมิของน้ำซึ่งจะส่งผลให้อัตราการใช้ออกซิเจนก็จะเพิ่มขึ้นตามอัตราการย่อยอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้อุณหภูมียังมีผลโดยตรงต่อความสามารถของน้ำในการเก็บออกซิเจน และต่อเมตาบอลิซึมภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรง ซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในตอนเย็นมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตอนเช้า ในทุกชุดการทดลอง

โดยทั่วไปปลาไม่สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 0.3-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เนื่องจากปลาชนิดมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ (Acensory Breathing Organ) ที่เรียกว่า Labyrinth Organ ซึ่งจะทำให้ปลาชนิดนี้สามารถใช้ออกซิเจนจากอากาศบนผิวน้ำได้โดยตรง (ไมตรีและจารูวรรณ, 2528)

3.2 pH พบว่า ค่าเฉลี่ยของ pH ในตอนเช้า มีค่าลดลง เมื่ออัตราการใส่ฟางข้าวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่13) เนื่องจากมีรายงานไว้ในฟางข้าวนั้นมี pH เท่ากับ 6.1 (ปรัชญาและคณะ, 2538) ดังนั้นเมื่ออัตราการใส่ฟางข้าวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ค่า pH ของน้ำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ponnampertuma *et.al.* (1966) เมื่อใส่ฟางข้าวในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ก็ส่งผลให้ค่า pH ของดินมีค่าลดลง เนื่องจากการสลายตัวของฟางข้าวนั้นจะก่อให้เกิดกรดอินทรีย์ รวมทั้งมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นี้เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิก จึงส่งผลให้ pH ของน้ำลดลงกว่าการไม่ใส่ฟางข้าว ส่วนค่า pH ตอนเย็นนั้น พบว่า จะมีค่าเฉลี่ยลดลง เมื่ออัตราการใส่ฟางข้าวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น(ภาพที่14) เช่นเดียวกัน แต่ค่าเฉลี่ยของ pH ตอนเย็น จะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของ pH ตอนเช้า เนื่องมาจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยอินทรีย์วัตถุและกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ จะถูกใช้ไปในการสังเคราะห์อาหารของแพลงก์ตอนพืชภายในแหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมีปริมาณลดลง ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของ pH ตอนเย็นมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของ pH ตอนเช้า

3.3 อุณหภูมิ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำ ตอนเช้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราการใช้ฟางข้าว ยกเว้น ชุดควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์นั้นจะมีการคายพลังงานความร้อนออกมา แต่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำตอนเย็น จะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำตอนเช้า เนื่องจากอุณหภูมิน้ำยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิของอากาศ และความเข้มแสง ซึ่งแสงที่ส่องลงไปแหล่งน้ำนั้น พลังงานแสงจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนแทน (เปี่ยมศักดิ์, 2525) โดยอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของปลาเขตร้อนจะมีค่าระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

3.4 ความโปร่งแสง พบว่า ค่าความโปร่งแสงนั้นมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพราะถ้าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าสูง ก็แสดงว่าภายในบ่อจะมีปริมาณแพลงก์ตอนมาก จึงส่งผลให้แสงส่องผ่านไปได้ได้น้อย ทำให้ค่าความโปร่งแสงมีค่าลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าสารแขวนลอย เช่นอนุภาคของดิน หรือกรดฮิวมิก ก็ส่งผลต่อความโปร่งแสงของน้ำได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าในช่วง 2 เดือนแรก นั้นน้ำมีความโปร่งแสงสูง และจะมีความโปร่งแสงลดลงหลังจาก 70 วันไปแล้ว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขบวนการย่อยสลายฟางข้าวนั้นมีความสมบูรณ์มากขึ้นทำให้น้ำมีความโปร่งแสงลดลงโดยพบน้ำที่มีสีน้ำตาลเข้มจากสารละลายแทนนินที่ละลายอยู่ในบ่อมีปริมาณสูงขึ้น

3.5 ปริมาณความเป็นด่าง พบว่า ปริมาณความเป็นด่างอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา ซึ่งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต้องการผลผลิตเบื้องต้น โดยเฉพาะในการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต้องการได้ประโยชน์จากแพลงก์ตอน ควรมีปริมาณความกระด้างประมาณ 20-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (วิรัช, 2544) การเพิ่มขึ้นของปริมาณความเป็นด่างของน้ำนั้นอาจเกิดขึ้นจากฟางข้าวและมูลไก่แห้งที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Knud-Hansen *et.al.* (1993) ที่รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างของน้ำนั้นอาจเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แทนวิธีการใช้วัสดุปูน

3.6 ปริมาณความกระด้าง พบว่า ปริมาณความกระด้างเฉลี่ยในทุกชุดการทดลองมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งค่าที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 20-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ซึ่งโดยปกติแล้วค่าความกระด้างของน้ำนั้นควรมีค่าใกล้เคียงกันกับปริมาณความเป็นด่าง แต่จากผลการศึกษา พบว่าปริมาณความกระด้างนั้นมีค่าสูงกว่าค่าความเป็นด่างมากอาจเนื่องมาจากน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่สถานีวิจัยประมงวิทยาเขตกำแพงแสน นั้นจะมีปริมาณของ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังพบว่าในฟางข้าวและมูลไก่แห้งยังประกอบด้วย สารอนินทรีย์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในมูลไก่แห้ง ดังนั้นความกระด้างของน้ำที่เพิ่มขึ้นน่าจะมาจากการย่อยสลายของฟางข้าวและมูลไก่แห้ง

3.7 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำเฉลี่ยในทุกชุดการทดลองนั้นมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งโดยปกติแล้วปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำไม่เกิน 5-20 ไมโครกรัมต่อลิตร แม้แต่ในแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์มากหรือน้ำเสียก็จะมีปริมาณไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องมาจากบ่อที่ใช้ทำการศึกษเป็นบ่อเลี้ยงปลาเก่าที่ผ่านการใช้งานมานานแล้ว ซึ่งทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสมีการสะสมอยู่ในตะกอนที่พื้นบ่อ และจากการคำนวณหาอัตราส่วน N : P ในชุดการทดลองต่างๆ พบว่าจะมีค่าเท่ากับ 1 : 1.8-3.0 จึงส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำในทุกชุดการศึกษามีค่าสูงกว่ามาตรฐานมาก ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์แฟล่งก์ตอนพืช พบว่า ในแฟล่งก์ตอนพืชนั้นมีอัตราส่วน N : P เท่ากับ 10 : 1 ดังนั้นวิรัช (2544) จึงแนะนำให้ใช้อัตราส่วน N : P ก็ควรเท่ากับ 10 : 1 เช่นกัน

3.8 ปริมาณแอมโมเนียรวม พบว่า ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยในทุกชุดการทดลองนั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าปริมาณแอมโมเนียที่เป็นพิษ ที่ระดับ 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นั้นจะเป็นพิษต่อปลาหลายชนิด แต่ทั้งนี้พบว่าปริมาณของแอมโมเนียที่เป็นพิษนั้นจะมีความสัมพันธ์กับค่า pH และอุณหภูมิ น้ำ ดังนั้น ที่ pH สูงและที่อุณหภูมิสูง โอกาสที่มีปริมาณแอมโมเนียที่เป็นพิษก็จะสูงตามขึ้นไปด้วย นอกจากนี้ปริมาณแอมโมเนียในบ่อยังถูกควบคุมโดยแฟล่งก์ตอนพืชและพืชน้ำ ซึ่งนำไปใช้ในการสังเคราะห์อาหารโดยการใช้แสง

3.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอเฉลี่ยในชุดการทดลองที่มีการใช้ฟางข้าว จัดเป็นบ่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ วิรัช(2544) เสนอว่า บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่าง 20-150 ไมโครกรัมต่อลิตร จัดเป็นบ่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ จากรูปที่ 22 พบว่า

ในช่วง 70 วันแรกนั้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเนื่องจากอัตราส่วน N : P ไม่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยวิรัชเสนอว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชนั้นควรมีค่า เท่ากับ 10 : 1 เช่นเดียวกับสัดส่วนที่พบในแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ยังถูกควบคุมโดยปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในบ่อ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาสดในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง ในปริมาณ อัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุมในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตาราง เมตร (2,000ตัวต่อบ่อ 400 ตารางเมตร) เป็นระยะเวลา 168 วัน สรุปว่า

1. น้ำหนักตัวและความยาวตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ อัตรารอดและผลผลิตปลาสดของชุดการทดลองที่มีการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งใน อัตราส่วนต่างกับ 3 ระดับ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม และชุด การทดลองที่ใช้อัตราส่วนฟางข้าวต่อมูลไก่แห้งเท่ากับ 1: ให้ผลดีที่สุด

2. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลาสดด้วยฟางข้าวร่วมกับ มูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเช้า, pH ตอนเช้าและตอนเย็น, อุณหภูมิตอนเช้าและตอนเย็น และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ให้ผลแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตอนเย็น ความ โปร่งแสง ปริมาณความเป็นด่าง ปริมาณความกระด้าง ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ และปริมาณ แอมโมเนียรวมนั้น ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม โดย คุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการการเจริญเติบโตของปลาสด ได้แก่ pH อุณหภูมิ น้ำ ความโปร่งแสง ความเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนปริมาณ ออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณความกระด้างและปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ พบว่า มีค่าสูงกว่า เกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาสด

3. ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบภายในบ่อที่เลี้ยงปลาสดด้วยฟางข้าว ร่วมกับมูลไก่แห้งในอัตราส่วน 3 ระดับและชุดควบคุม พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่ 76.95-92.25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่ตรวจพบจะเป็น Rotifer มากกว่า Copepod ในทุกชุดการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลี้ยงปลาสลิดในบ่อดินด้วยฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้ง นั้นพบว่าเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 5 แล้ว อัตราการเจริญเติบโตของปลาสลิดเริ่มลดลง จึงควรมีการให้อาหารสมทบเพิ่มเติม
2. ควรจะศึกษาอัตราปล่อยของปลาสลิดที่เหมาะสมในการใช้ฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งที่อัตราส่วน 1: 1 ในการเลี้ยงปลาสลิด
3. ควรทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งก่อน แล้วค่อยนำไปใช้เลี้ยงปลาสลิดทดแทนการหมักฟางข้าวร่วมกับมูลไก่แห้งในบ่อเลี้ยงโดยตรง เพื่อลดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมประมง. 2548. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2548. เอกสารฉบับที่ 9/2541.
กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง.
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. เคมี่ของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. โรงพิมพ์ประยูรวงศ์. กรุงเทพฯ.
387 น.
- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- จินตนา คุณดา. 2547. การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินอัลติซอลส์ชุดดินเพ็ญ
และชุดดินเรณู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจียมจิตต์ บุญสม. 2529. ปัญหาเกี่ยวกับผลผลิตและแนวทางแก้ไขการทำนาพลาสติก.
วารสารการประมง 39(1) : 29-45, สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง.
- _____และคณะ. 2534. การใช้ประโยชน์พื้นที่พรุเพื่อการเลี้ยงปลาสด.
สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง.
- คารณี หันหาบุญ. 2526. การเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในป่าชายเลนที่มีพื้นที่และ
ความอุดมสมบูรณ์ต่างกันโดยใช้ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนและออร์โทฟอสฟอรัสเป็น
ดัชนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถนัด รัตนานุพงศ์. 2531. การเสริมยูเรีย-กากน้ำตาลและใบกระถิน-กากน้ำตาลในฟางข้าวสำหรับโค
นมในฤดูแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิพนธ์ ศิริพันธ์. 2536. ความก้าวหน้างานวิจัยพลาสติก. ใน รายงานการประชุมแผนงานวิจัยของ
กองประมงน้ำจืด. วันที่ 25 ธันวาคม 2536. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง.

บุญรัตน์ จันทร์สว่าง. 2523. **ชีวประวัติของปลาสด**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

เปี่ยมศักดิ์ เทนะเสวต. 2525. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. 2537. **การศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินในการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาใน
พื้นที่อำเภอกำแพงแสนโดยการใส่มูลสุกรแห่งที่ระดับต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2524. **การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา**. กรมประมง,

_____และจรรูวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย
ทางการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

เรืองวิชญ์ ยืนพันธ์ และคณะ. 2542. **เอกสารประกอบการบรรยาย การเพาะเลี้ยงปลาสด**.
คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. **แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น**. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศราวุธ เจะโสภา. 2538. **การวิเคราะห์ต้นทุน – ผลตอบแทนด้านการเงินของการเลี้ยงปลาสดแบบ
พัฒนาในพื้นที่พรุ จ. นราธิวาส**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 9/2538. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืด
ปัตตานี ต. ปัตตานี อ. ยะรัง จ. ปัตตานี, กรมประมง.

_____และอนุศักดิ์ อังสุภาณิช. 2538. **การอนุบาลลูกปลาสดวัยอ่อนในบ่อซีเมนต์ด้วย
อาหารชนิดต่างๆ**. วารสารการประมง 48(5) : 399 – 410, กรมประมง.

_____, ระพีพร เรืองช่วย และอำนาจ โนรัตน์. 2544. **ระดับที่เหมาะสมของการใช้หญ้าแห้ง
หมักเพื่อการอนุบาลลูกปลาสด**. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสงขลา, กรมประมง.

_____, _____ และสุชาติ รัตนเรืองสี. 2538. ผลของความหนาแน่นและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพลาสติกในบ่อดินเปรี้ยวที่ปรับปรุงแล้ว. สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดสงขลา, กรมประมง.

สงศรี มหาสวัสดิ์. 2523. สรีรวิทยาของสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2532. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำ ปรสิติ และแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมประสงค์ โมบัณฑิตย์. 2514. การศึกษาผลผลิตปลาไนและพลาสติกในบ่อเลี้ยง. ใน รายงานประจำปี 2514 สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดขอนแก่น. กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง.

สมศักดิ์ วังใน. 2521. ปุ๋ยหมัก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สาธิต โกวิทวที. 2528. การศึกษานิเวศวิทยาของบ่อปลาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของปลา เนื่องจากการเพิ่มสารอินทรีย์และอนินทรีย์บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธรรม สิทธิชัยเกษม, ชีระ เล็กชุลยธร และ จารูวรรณ สมศิริ. 2529. ผลกระทบของค่า pH ที่เป็นค่าต่อปลาน้ำจืด. น. 53-60. ใน รายงานการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพ มงคลประสิทธิ์. 2535. มินวิทยา (ปฏิบัติกร). คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรจิตร เปรียญญารัตน์ และวสันต์ ประดิษฐ์. 2514. เปรียบเทียบการทดลองเลี้ยงพลาสติกในบ่อที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้อาหารสมทบ. ใน รายงานประจำปี 2514 สถานีประมงจังหวัดตาก, กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง.

สุริยัน เสงมา. 2538. การศึกษาผลผลิตปลาสดในบ่อดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2538, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง.

สุวรรณดี ขวัญเมือง. 2536. การทดลองเลี้ยงปลาสดแบบพัฒนาในพื้นที่ดินพรุ. เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 36/2537. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดปัตตานี, กรมประมง.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสมุทรปราการ. 2537. รายงานราคาพืชเศรษฐกิจและสัตว์น้ำที่สำคัญของ จังหวัดสมุทรปราการ. วารสารพาณิชย์ ฉบับที่ 11

วรพงษ์ สุริยะจันทร์ทอง และ บุญฤา วิไลพล. 2527. การเสริมฟางข้าวด้วยถั่วเวอร์นาโนสำหรับเลี้ยง โคพื้นพื้นเมือง. ใน การประชุมวิชาการ สาขาสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 22. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทย์ ธารชลาณกิจ, ประจิตร วงศ์รัตน์, สุขุม เจริญใจ, ประทีกย์ ตาบทิพย์วรรณ และ ลัดดา วงศ์รัตน์. 2533. การศึกษาคุณภาพน้ำและทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่โต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์..

วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อ- เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2525. คุณภาพของน้ำกับกำลังผลิตของบ่อปลา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2541. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ. กลุ่มงานควบคุมความอุดม สมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อิสโร วีระฤทธิ และผะอบ ใจเย็น. 2513. อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาใน ปลานิล ปลาสดในบ่อที่ใส่ปุ๋ยและให้อาหารสมทบ. ใน รายงานประจำปี สถานีประมงจังหวัด ขอนแก่น. กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ. กรมประมง

- APHA. 1989. **Standard methods for the Examination of Water and Waste Water**. 15th ed.
American Public Health Association, Washington, D.C.
- Alabaster, J.S. and R. Lloyd. 1980 **Water Quality Criteria for Freshwater Fish**.
Butterworth(Publishers) : Inc., Houston. 297 p.
- Boonsom, J.1983. ***Trichogaster* farming and stomach contents of *Trichogaster fry***. National
Inland Fisheries Institute, Bangkok. 18 p.
- _____ 1984. Zooplankton feeding in Fish, *Trichogaster pectoralis* regan. **Hydrologia**
113 : 217-221.
- _____ 1986. **Pla Salid; A Life History and Manual for Culture Thai Fisheries**
Gazette 39(6) ; 589 – 601.
- Boyd, C.E. 1976. Nitrogen fertilizer effects on production of tilapia in pond fertilized
with phosphorus and potassium. **Aquaculture**, 7 : 385-390.
- _____ 1979. **Water Quality in Warm water Fish Pond**. Craftmaster Printers, Inc., Alabama.
359 P.
- _____ 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Scientific
Publishing Co., New York. 317 p.
- _____ and C.S. Tucker. 1992. **Water Quality and Pond Soil Analyses for**
Aquaculture. Agriculture Experiment Station. Auburn University, Alabama.
- Brown, T.E., A.W. Morley, N.T. Sanderson and R.D. Tait. 1983. **Report of a large fish kill**
resulting from natural acid water condition in Australia. J. Fish Biol. 22(1) : 43-47.

- Chiayvareesajja, S. and C.E. Boyd. 1993. Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation, and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. **Aquaculture**, 116 : 33-35.
- Colman, J.A., P. Edwards, M. Yomjinda and C. Pacharaprakiti. 1990. Extending the limits of fish production in manured static – water ponds. **Aquaculture**, 89 : 27-41.
- Conroy, D.A. and R.L. Herman. 1970. **Textbook of Fish Diseases**. T.F.H. Publications, Inc., New Jersey. 301 p.
- Diana, J.S., C.K. Lin and P.J. Schneeberger. 1991. Relationships among nutrient inputs, water nutrient concentration, primary production, and yield of *Oreochromis niloticus* in ponds. **Aquaculture**, 92 : 323-341.
- Hora, A. S. L. and T.V.R. Pillay. 1962. **Handbook on Fish Culture in Indo-Pacific Region**. FAO Fisheries Biology Technical Paper. No. 14
- Knud – Hansen, C.F., T.R. Batterson and C.D. McNabb. 1993. **The role of chicken manure in production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L)**. *Aquaculture and Fisheries Management*, 24 : 483 – 493.
- Oschward, W.R. 1972. **Sediment-water interactions**. *J Environ. Qual.* 1(4):360-366.
- Olah, J., V.R.P. Sinha, S. Ayyappan, C.S. Purushothaman, and S. Radheyshyan. 1986. Primary production and fish yield in fishponds under different management practices. **Aquaculture**, 58 : 11 – 122.
- Post, D.W. 1983 **Textbook of Fish Health**. TFH Publication, Inc Ltd England. 254 p.

- Ponnamperuma, F.N., E. Martinez, and T. Loy. 1966. **Infruenice of redox potential and partial pressure of carbon dioxide on the pH values and the suspension effect of flooded soils.** *Soli Sci.* 101:421.431.
- Quin , J. and D. A. Culver. 1992. The survival and gromth of larval walleye, *Stizostedion vitreum*, and trophic dynamics in fertilized ponds. **Aquaculture.** 108: 257 – 276.
- Schroeder, G.L. 1978. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms intensively – manure fishpond and related fish yields. **Aquaculyure**, 14 : 303 – 325.
- _____. 1987. Carbon and nitrogen budgets in manured fish pond on Israe’s coastal plain. **Aquaculture.** 62 : 259-279.
- _____, G. Wohlfarth, A. Alkon, A. Halevy and H. Krueger. 1990. The dominance of algal – based food webs in fish ponds receiving chemical fertilizers plus organic manures. **Aquaculture.** 86: 219 – 229.
- Smith, Hugh M. 1945. **The Fresh Water Fishes of Siam or Thailand** **Smithonian Institution**, Washington D.C., USA.
- Swingle, H.S. 1974. **Experiment on pond fertilization bulletin No. 264.** Agricultural Experiment Station of the Alabama, Polytechnic Institute
- Wohlfarth, G. W. and G. Hulata. 1987.**Use of manures in aquaculture.** pp. 353-367.
In D.J.W. Moriarty and R.S.V. Pullin (eds.). *Detritus and microbial ecology in aquaculture.* ICLARM Confenece Proceeddings 14. 42 pp. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines.

Yusoff, F. M. and C.D. McNabb. 1989. Effects of nutrient availability on primary productivity and fish production in fertilized tropical ponds. **Aquaculture**. 60: 107 – 116.

ภาคผนวก

