เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๖๒ Technical Paper No. 2/2019

ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาชะโอน 2 ขนาด ในกระชัง

Effects of Stocking Densities on Growth Performance of Butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) at 2 Different Sizes in Cages

นวพร ดุลยสิริวิทย์ Nawaporn Dullyasiriwit

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Aquaculture Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๖๒ Technical Paper No. 2 /2019

ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาชะโอน 2 ขนาด ในกระชัง

Effects of Stocking Densities on Growth Performance of Butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) at 2 Different Sizes in Cages

นวพร ดุลยสิริวิทย์ Nawaporn Dullyasiriwit

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เขต 7 (ชลบุรี)
กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
กรมประมง

Inland Aquaculture Research and Development, Regional Center 7 (Chon Buri)
Inland Aquaculture Research and Development Division
Department of Fisheries

๒๕๖๒ 2019

รหัสทะเบียนวิจัย 58-0557-58036-010

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
ผลการศึกษา	
1. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม	9
2. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม	19
วิจารณ์ผลการศึกษา	30
สรุป	34
ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาวัยอ่อน ด้วยวิธี proximate analysis จากห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำชลบุรี	6
2	ผลการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ ด้วยวิธี proximate analysis จากห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำชลบุรี	6
3	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	9
4	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	10
5	น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	11
6	การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	13
7	สัดส่วน (ร้อยละ) การกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	13
8	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	14
9	คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	14
10	ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	18
11	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	20
12	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	21

13	น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	22
14	การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	23
15	สัดส่วน (ร้อยละ) การกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	24
16	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	24
17	คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	24
18	ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	28

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักและความยาว ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	38
2	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	38
3	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตราการแลกเนื้อ ของการเลี้ยงปลาชะโอน ในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	38
4	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตรารอด ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง จากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	38
5	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักและความยาว ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	39
6	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	39
7	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตราการแลกเนื้อ ของการเลี้ยงปลาชะโอน ในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	39
8	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตรารอด ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง จากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	40
9	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 100 กับ 300 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	40
10	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 100 กับ 500 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	40
11	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 300 กับ 500 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	41

12	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50 กับ 75 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	41
13	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50 กับ 100 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	41
14	ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 75 กับ 100 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	42
15	ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	42

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปแบบการวางกระชังการทดลองผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาชะโอน 2 ขนาด ในกระชัง บริเวณบ่อพักน้ำขนาด 5 ไร่	5
2	แนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	10
3	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	11
4	น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	12
5	อุณหภูมิของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	15
6	ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	15
7	ความเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง จากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	16
8	ความกระด้างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	16
9	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	17
10	แอมโมเนียรวมของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์	17
11	แนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	20
12	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	21
13	น้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	22
14	อุณหภูมิของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	25

15	ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	25
16	ความเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	26
17	ความกระด้างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	26
18	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	27
19	แอมโมเนียรวมของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์	27

ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาชะโอน 2 ขนาด ในกระชัง

นวพร ดุลยสิริวิทย์*

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 7 (ชลบุรี)

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความหนาแน่นต่ออัตราการเจริญเติบโตของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม และปลาขนาด 30 กรัม จนได้ ขนาด 40-60 กรัม ได้ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 7 (ชลบุรี) กระชังทดลองถูกแขวนในบ่อดินขนาด 5 ไร่ โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 8.00 น. และ 16.00 น.

การทดลองที่ 1 (ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัว/ลบ.ม.) ปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 0.94±0.31, 0.95±0.31 และ 0.95±0.32 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเริ่มต้น 5.05±0.44, 5.04±0.45 และ 5.05±0.44 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากทดลอง 18 สัปดาห์ ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 26.92±13.48, 23.05±11.77 และ 21.61±12.68 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเฉลี่ย 15.28±2.03, 14.79±2.18 และ 14.12±2.46 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ลบ.ม. มีน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อัตรารอดของปลาทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ามีผลตอบแทนต่อการลงทุน -39.90, 3.22 และ 20.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 (ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัว/ลบ.ม.) ปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 31.94±3.39, 33.30±3.83 และ 31.09±6.42 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเริ่มต้น 16.71±0.80, 16.77±0.78 และ 16.53±0.87 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากทดลอง 15 สัปดาห์ ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 57.89±11.94, 56.10±12.16 และ 46.52±11.52 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเฉลี่ย 19.48±1.18, 19.40±1.13 และ 18.74±1.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 50 และ 75 ตัว/ลบ.ม. ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่สูงกว่าความหนาแน่น 100 ตัว/ลบ.ม. ($p<0.05$) อัตรารอดและอัตราการแลกเนื้อของทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ามีผลตอบแทนต่อการลงทุน -36.45, -39.76 และ -25.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ ปลาชะโอน เลี้ยงในกระชัง ความหนาแน่น ต้นทุนผลตอบแทน

* ผู้รับผิดชอบ : 44/1 ม. 11 ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี 20110 โทร 0 3834 1166, 0 3834 2230
E-mail : ifchonburi@hotmail.co.th

Effects of Stocking Densities on Growth Performance of Butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) at 2 Different Sizes in Cages

Nawaporn Dullyasiriwit

Inland Aquaculture Research and Development Regional Center 7 (Chon Buri)

Abstract

Effects of stocking densities on growth performance of Butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) in cages from 1 g to 20-30 g and 30 g to 40-60 g were evaluated at Inland Aquaculture Research and Development Regional Center 7 (Chon Buri). The cages were floated in 5-rai earthen pond and fish were fed with 42 % protein commercial floating pellet at apparent satiation twice a day at 08.00 a.m. and 16.00 p.m.

Experiment 1 (stocking densities of 100, 300 and 500 fish/m^3), initial weights were 0.94±0.31, 0.95±0.31 and 0.95±0.32 g, respectively and initial lengths were 5.05±0.44, 5.04±0.45 and 5.05±0.44 cm, respectively. After the experiment (18 weeks), average weights were 26.92±13.48, 23.05±11.77 and 21.61±12.68 g, respectively and average lengths were 15.28±2.03, 14.79±2.18 and 14.12±2.46 cm, respectively. The results showed that a stocking densities of 100 fish/m^3 had average weight and average length significantly higher than orther treatments ($p<0.05$). Survival rates among these treatments were not significant difference ($p>0.05$). Economic analysis, return on investments were -39.90, 3.22 and 20.44%, respectively.

Experiment 2 (stocking densities of 50, 75 and 100 fish/m^3), initial weights were 31.94±3.39, 33.30±3.83 and 31.09±6.42 g, respectively and initial lengths were 16.71± 0.80, 16.77±0.78 and 16.53±0.87 cm, respectively. After the experiment (15 weeks), average weights were 57.89±11.94, 56.10±12.16 and 46.52±11.52 g, respectively and average lengths were 19.48±1.18, 19.40±1.13 and 18.74±1.33 cm, respectively. The results showed that average weights of stocking densities of 50 and 75 fish/m^3 were not significant difference ($p>0.05$) but were significantly higher than a stocking density of 100 fish/m^3 ($p<0.05$). Survival rates and FCR among these treatments were not significantly different ($p>0.05$). Economic analysis, return on investments were -36.45, -39.76 and -25.40%, respectively.

Key words : Butter catfish, cage culture, density, cost and return

*Corresponding author : 44/1 moo 11 Bangphra Sub-district, Sriracha District, Chonburi Province 20110 Tel. 0 3834 1166, 0 383 2230 E-mail : ifchonburi@hotmail.co.th

คำนำ

ปลาชะโอน หรือปลาสยุมพรที่ชาวบ้านรู้จักในชื่อ “ปลาเนื้ออ่อน” เป็นปลาพื้นเมืองของไทย พบกระจายอยู่ทั่วทุกภาค ลักษณะนิสัยการกินอาหารเป็นปลากินเนื้อ มักอยู่รวมกันเป็นฝูง เนื้อมีรสชาติดี ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เลี้ยงง่าย และมีราคาสูง เป็นที่นิยมบริโภคในลักษณะของปลาทอดกรอบ ปลาฉู่ฉี่ และปลารมควันเพื่อใช้ประกอบอาหารประเภทต้ม ยำ หรืออื่นๆได้หลากหลาย (อัมพร, 2549) จากข้อมูลสถิติการประมง ปี 2559 ราคาจำหน่าย กิโลกรัมละ 180-350 บาท ฐานนิยม 250 บาท (สถิติสินค้าสัตว์น้ำจำหน่ายรายเดือน ณ สะพานปลากรุงเทพ, 2559) ปัจจุบันปลาชะโอนส่วนใหญ่ยังนำเข้าจากทะเลสาบเขมร ในรูปปลาสดแช่แข็งและปลากรอบรมควันในปี 2555 ประเทศไทยนำเข้าปลาชะโอนในรูปของปลาแช่น้ำแข็งปริมาณ 282,289 กิโลกรัม (282.29 ตัน) คิดเป็นมูลค่า 25,948,380 บาท และปลารมควัน 49,850 กิโลกรัม มูลค่า 18,060,250 บาท และตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2555 ถึง มกราคม 2556 ประเทศไทยนำเข้าปลาชะโอนแช่แข็งปริมาณ 71,209 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 6,544,345 บาท (ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดสระแก้ว, 2555)

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าปลาชะโอนเป็นปลาที่นิยมบริโภคในปริมาณค่อนข้างสูง นอกจากบริโภคแล้วปลาชะโอนยังนิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามโดยเฉพาะกลุ่มประเทศแถบยุโรป มีแหล่งรวบรวมส่งออกที่ประเทศสิงคโปร์ (http://pasusat.com) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดชลบุรีได้ดำเนินการเพาะพันธุ์สำเร็จครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2533 โดยการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์จากอ่างเก็บน้ำบางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี และต่อมาได้ทำการวิจัยและพัฒนาการเพาะขยายพันธุ์ปลาชะโอนปล่อยคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์เรื่อยมาจนปัจจุบันสามารถเพาะพันธุ์ปลาชนิดนี้ได้เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ได้ศึกษาวิจัยด้านการการเพาะและอนุบาลปลาชะโอนจนสามารถผลิตลูกปลาได้อย่างต่อเนื่องและจำหน่ายให้กับเกษตรกรที่สนใจนำไปเลี้ยง อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าที่ผ่านมาข้อมูลด้านการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังยังไม่มีรายงานผลการเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดที่ตลาดต้องการ จากรายงานของภาณุวัตร (2549) ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังในบ่อดิน เป็นเวลา 182 วันด้วยอัตราปล่อย 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ได้น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 28.00$\pm$2.28 และ 27.09$\pm$0.80 กรัม การเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในกระชังช่วงอายุ 75-147 วัน ปลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อปลาอายุ 182 วัน พบว่าน้ำหนักเริ่มแตกต่างโดยปลาที่เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 200-500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 50-100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีค่าการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ และขนาดปลาที่ได้ยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 7 (ชลบุรี) ได้ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังขนาด 5x4x1.2 เมตร ปริมาตรน้ำ 10 ลูกบาศก์เมตร ปล่อยปลาลูกปลาขนาดความยาว 2.07 เซนติเมตร น้ำหนัก 1.21 กรัม จำนวน 500 ตัวต่อกระชัง (50 ตัว/ลบ.ม.) ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดปลาดุกเล็ก วันละ 2-3 ครั้ง เลี้ยงเป็นเวลา 7 เดือน ได้ปลาขนาดความยาว 16.95 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 42.65 กรัม พบว่าปลามีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดี ซึ่งปลาที่ได้เป็นขนาดที่สามารถจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากรายงานที่ผ่านมา เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิมโดยเป็นการเลี้ยงระยะยาว ไม่มีการลดอัตราความหนาแน่น ทำให้ปลามีขนาดเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้ผลผลิตต่อกระชังค่อนข้างต่ำ จากรายงานของ Hepher (1967) และ Wang *et al.* (2000) กล่าวว่าระดับความหนาแน่นในการเลี้ยงปลามีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลา เมื่อเลี้ยงปลาด้วยระดับความหนาแน่นมากขึ้นปลาจะมีความเครียดมากขึ้นส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง จากรายงานของแสงเดือนและคณะ (อยู่ระหว่างพิจารณาเอกสารวิชาการ) ทดลองความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาชะโอนในบ่อดิน เป็นเวลา 30 สัปดาห์ ด้วยอัตราปล่อย 10, 20

และ 30 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ได้น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 64.71±1.66, 56.76±3.11 และ 54.19±0.26 กรัม พบว่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มต่อวันสูงขึ้นในช่วง 18 สัปดาห์ และเริ่มมีแนวโน้มลดลง

ดังนั้นเพื่อให้การเลี้ยงปลาชะโอนในแต่ละช่วงน้ำหนัก ที่ระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในกระชัง เป็นการลดระยะเวลาการเลี้ยง ทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น มีขนาดสม่ำเสมอ และอัตราการรอดสูง ผลการศึกษานี้เพื่อทราบความหนาแน่นที่เหมาะสม ต้นทุนและผลการตอบแทน สำหรับการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง สำหรับใช้ในการส่งเสริมการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังให้แก่เกษตรกร เพื่อส่งเสริมเป็นปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีและจังหวัดใกล้เคียง

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบความหนาแน่นที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงปลาชะโอน ในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ ขนาด 20-30 กรัม และ ปลาขนาด 30 กรัม จนได้ ขนาด 40-60 กรัม

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design : CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ตามน้ำหนักของปลาทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 18 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 1 ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

การทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 15 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 1 ความหนาแน่น 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 7 (ชลบุรี) ระหว่างเดือน มีนาคม 2559 – ตุลาคม 2559 เป็นระยะเวลา 8 เดือน

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 กระชังทดลอง

การทดลองที่ 1 และ 2

จัดวางกระชังในบ่อพักน้ำภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 7 (ชลบุรี) โดยบ่อพักน้ำมีขนาด 5 ไร่ ระดับน้ำลึก 3 เมตร เตรียมกระชังโดยใช้อวนไนล่อนสีฟ้าขนาดเบอร์ 20 กระชังมีขนาด 1x1x1.20 เมตร จำนวน 9 กระชัง แขวนลอยอยู่ในแพ โดยมีโครงกระชังทำด้วยท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว และใช้ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร เป็นทุ่นลอย โดยมีส่วนของกระชังจมอยู่ในน้ำ 1 เมตร และอยู่เหนือน้ำ 0.2 เมตร โดยทุกกระชังให้อากาศโดยหัวทรายกระชังละ 2 หัว

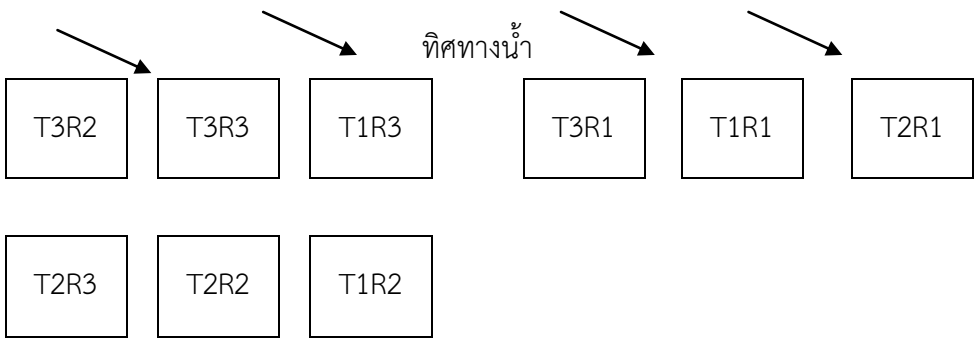
2.2 ลูกปลาชะโอนทดลอง

การทดลองที่ 1

ลูกปลาทดลองเป็นปลารุ่นเดียวกันที่ได้จากการเพาะพันธุ์โดยวิธีฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ (Suprefact) กระตุ้น จำนวน 2 ครั้ง เพศเมีย ฉีด 2 เข็มใช้ฮอร์โมนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม และ 15 ไมโครกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (Motilium-M) 10 มิลลิกรัม ต่อปลา 1 กิโลกรัม เพศผู้ ฉีดเข็มเดียวใช้ฮอร์โมนที่ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ 10 มิลลิกรัม ต่อปลา 1 กิโลกรัม จากนั้นปล่อยให้ผสมพันธุ์กันเองในบ่อซีเมนต์ในอัตราส่วนเพศผู้ 3 ตัว ต่อเพศเมีย 1 ตัว ประมาณ 6-8 ชั่วโมง แม่ปลาจะวางไข่บนตะแกรงฟักไข่ ย้ายพ่อแม่พันธุ์ปลาออกจากบ่อ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ไข่จะฟักเป็นตัว และนำตะแกรงฟักไข่ออก เริ่มอนุบาลลูกปลาโดยให้อาหารในวันที่ 3 อาหารที่ให้ คือ ไรแดงที่เพิ่งเกิดใหม่(กรองด้วยสวิง) ในสัปดาห์แรก สัปดาห์ที่ 2 ให้ไรแดง(ตัวปกติ) อนุบาลลูกปลาจนเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 จึงเริ่มให้อาหารเสริม คือ ไข่ตุ๋นบดละเอียดสลับกับไรแดง ประมาณ 35 วัน ลูกปลาจะมีขนาด 2.5-3.5 เซนติเมตร เริ่มให้อาหารปลาดุกเล็กอีก 15 วัน จะได้ลูกปลามีความยาวเฉลี่ย 5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.9 กรัม จึงสุ่มปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันปล่อยลงกระชังทดลองตามอัตราที่กำหนด ในการทดลองที่ 1 จำนวนกระชังละ 100, 300, และ 500 ตัว กรณีที่มีปลาตายหรือการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (Experimental mortality) ในช่วง 7 วันแรกต้องนำตัวอย่างปลาชุดเดียวกันมาใส่เพิ่มให้ครบจำนวน

การทดลองที่ 2

ลูกปลาทดลองเป็นปลาชุดเดียวกันกับการทดลองที่ 1 โดยหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองที่ 1 นำปลาทั้งหมดมาใส่ไว้ในบ่อเดียวกัน และพักปลาไว้ 2 สัปดาห์ จากนั้นคัดปลาที่มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 30 กรัม ความยาวเฉลี่ย 16 เซนติเมตร จึงสุ่มปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันปล่อยลงกระชังทดลองตามอัตราที่กำหนด ในการทดลองที่ 2 จำนวนกระชังละ 50, 75 และ 100 ตัว กรณีที่มีปลาตายหรือการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (Experimental mortality) ในช่วง 7 วันแรกต้องนำตัวอย่างปลาชุดเดียวกันมาใส่เพิ่มให้ครบจำนวน



ภาพที่ 1 รูปแบบการวางกระชังการทดลองผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาชะโอน 2 ขนาดในกระชัง บริเวณบ่อพักน้ำขนาด 5 ไร่

3. การจัดการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1

3.1.1 การให้อาหารทดลอง นำอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาวัยอ่อนไปตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการโปรตีนไม่น้อยกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ กาก ไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นไม่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารปลาวัยอ่อนชนิดเม็ดลอยน้ำ จากนั้นเมื่อครบ 3 สัปดาห์เปลี่ยนมาให้อาหารอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ มีคุณค่าทางโภชนาการโปรตีนไม่น้อยกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ กาก ไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นไม่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. ใส่อาหารในกรอบพีวีซีสี่เหลี่ยม ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร เพื่อสังเกตการกินอาหารของปลา โดยให้กินจนอิ่ม (satiation) และบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทุกสัปดาห์ และงดให้อาหารในวันที่สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวขนาดปลา

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาวัยอ่อน ด้วยวิธี proximate analysis จากห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำชลบุรี

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	กาก (%)	เถ้า (%)
อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาวัยอ่อน	6.78	43.40	12.22	3.36	12.71
อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินเนื้อ	7.67	43.99	12.64	3.32	13.45

3.1.2 ตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลาโดยสุ่มชั่งน้ำหนัก (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าที่ความละเอียด 0.1 กรัม และ วัดความยาว (เซนติเมตร) ด้วยไม้บรรทัดวัดความยาวที่ความละเอียด 0.10 เซนติเมตร ทุก 3 สัปดาห์ จำนวนกระชังละ 60 ตัว พร้อมทำความสะอาดกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองตรวจนับจำนวนปลาที่เหลือทั้งหมด ในแต่ละกระชัง และชั่งน้ำหนักตัว (body weight) และวัดความยาว (total length) ปลาทุกตัว เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโต อัตรารอด และการกระจายของน้ำหนักปลา (size distribution)

3.2 การทดลองที่ 2

3.2.1 การให้อาหารทดลอง นำอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลากินเนื้อไปตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการโปรตีนไม่น้อยกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ กากไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นไม่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารปลากินเนื้อ วันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. ใส่อาหารในกรอบพีวีซีสี่เหลี่ยม ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร เพื่อสังเกตการกินอาหารของปลา โดยให้กินจนอิ่ม (satiation) และบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทุกสัปดาห์ และงดให้อาหารในวันที่สุ่มชั่งชั่งน้ำหนักและวัดความยาวขนาดปลา

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ ด้วยวิธี proximate analysis จากห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำชลบุรี

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	กาก (%)	เถ้า (%)
อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินเนื้อ	7.67	43.99	12.64	3.32	13.45

3.2.2 ตรวจสอบการเจริญเติบโต โดยชั่งน้ำหนัก (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าที่ความละเอียด 0.1 กรัม และ วัดความยาว (เซนติเมตร) ด้วยไม้บรรทัดวัดความยาวที่ความละเอียด 0.10 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาทุก 3 สัปดาห์ โดยชั่งน้ำหนักและวัดความยาวครบทุกตัว พร้อมทำความสะอาด

กระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองตรวจนับจำนวนปลาที่เหลือทั้งหมด ในแต่ละกระชัง โดยชั่งน้ำหนักและวัดความยาวครบทุกตัว เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโต อัตรารอด และการกระจายของน้ำหนักปลา (size distribution)

3.3 การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ทุกสัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเวลา 08.00 น. บริเวณกระชังทดลอง ที่ระดับลึกจากผิวน้ำ 50 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ ดังนี้

- อุณหภูมิของน้ำ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°c)
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) โดยใช้ pH Meter
- ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) โดยใช้ DO Meter ยี่ห้อ HACH sension 378 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
- ค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity) โดยวิธี titration ตามวิธีของไมตรี และ จารุวรรณ (2528) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as $CaCO_3$)
- ค่าความกระด้างของน้ำ (hardness) โดยวิธี titration ตามวิธีของไมตรี และ จารุวรรณ (2528) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as $CaCO_3$)
- ค่าแอมโมเนียรวม (total ammonia) โดยเครื่องมือวิเคราะห์น้ำยี่ห้อ HACH รุ่น DR/4000v spectrophotometer มีหน่วยเป็น mg NH_3-N/l

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 อัตราการเจริญเติบโต โดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน (average daily weight gain, ADG; กรัม/วัน) วิเคราะห์ดังนี้

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง-น้ำหนักปลาเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ใช้ทดลอง}}$$

4.2 อัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

4.3 อัตรารอด (survival rate; เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตรารอด} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นทดลอง (ตัว)}} \text{ X } 100$$

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี one - way analysis of variance ส่วนข้อมูลที่มีค่าเป็นร้อยละ ได้แก่ อัตรารอด ก่อนวิเคราะห์ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี arcsine transformation และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (กัลยา, 2543) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS

4.5 การวิเคราะห์การกระจายของขนาดปลา ทางสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน ตามวิธีของสมศักดิ์ (2530) และ Kay (1986) ดังนี้

5.1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนคงที่+ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปร = ค่าพันธุ์ปลา+ค่าอาหาร+ค่าสารเคมี+ค่าแรงงาน +ค่าไฟฟ้า+ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

ต้นทุนคงที่ = ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์+ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนไปประกอบกิจการอื่นๆ โดยคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 6 เดือนร้อยละ 1.35 ปี 2559 ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{มูลค่าซื้อหรือจ้าง}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์คิดค่าเสื่อมราคาแบบวิธีเส้นตรง (straight-line depreciation method) โดยกำหนดให้มูลค่าซากจากศูนย์เมื่อหมดอายุการใช้งานตามประเภทอุปกรณ์

5.2 รายได้และผลตอบแทน คำนวณจากสูตรต่างๆ ดังนี้

- รายได้ทั้งหมด = ผลผลิต (กิโลกรัม) X ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้
- รายได้สุทธิ = รายได้ทั้งหมด-ต้นทุนผันแปร
- กำไรสุทธิ = รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนทั้งหมด
- ผลตอบแทนต่อการลงทุน(ร้อยละ) = $\frac{\text{รายได้สุทธิ}}{\text{ต้นทุนทั้งหมด}} \times 100$
- ต้นทุนการผลิต = $\frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}{\text{ผลผลิตเป็นกิโลกรัม}}$

ผลการศึกษา

1. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ ขนาด 20-30 กรัม

การทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ โดยปล่อยปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.94±0.31, 0.95± 0.31 และ 0.95±0.32 กรัม ตามลำดับ และความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 5.05±0.44, 5.04±0.45 และ 5.05±0.44 เซนติเมตร ตามลำดับ ปรากฏผลการทดลองดังนี้

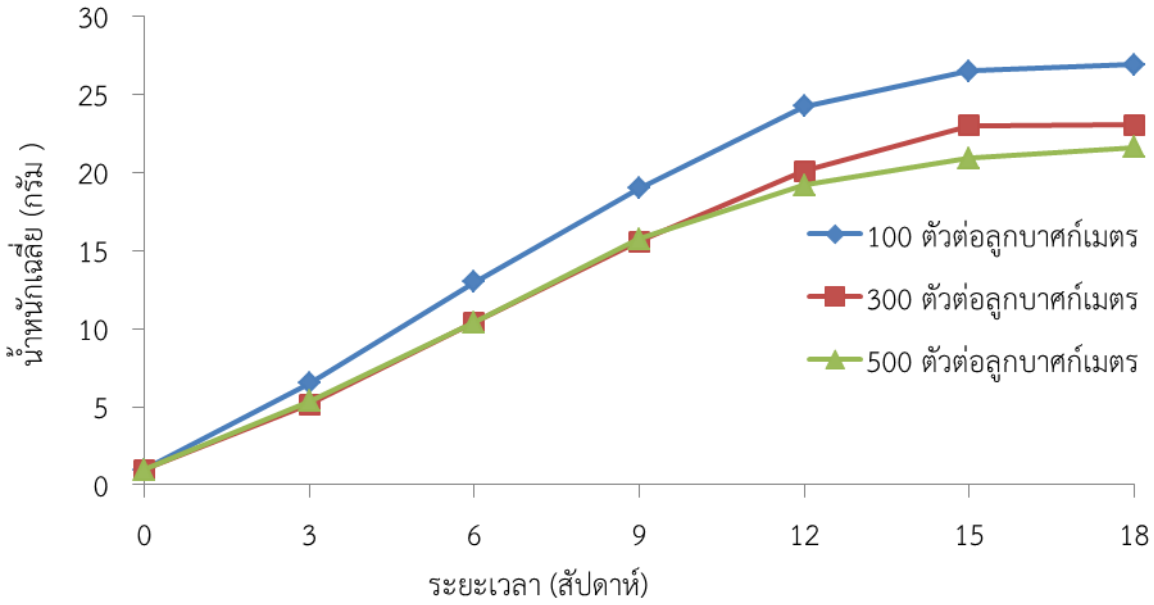
1.1 การเจริญเติบโต

1.1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาชะโอนมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 26.92±13.48, 23.05±11.77 และ 21.61±12.68 กรัม ตามลำดับ โดยการเลี้ยงปลาชะโอนที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยสูงกว่าที่ความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และที่ความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยสูงกว่าที่ความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 1)

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
0	0.94±0.31[a]	0.95±0.31[a]	0.95±0.32[a]
3	6.51±1.97[a]	5.14±2.01[b]	5.37±1.99[b]
6	12.98±4.46[a]	10.42±3.34[b]	10.38±4.20[b]
9	18.97±6.44[a]	15.59±6.98[b]	15.74±6.89[b]
12	24.24±10.60[a]	20.07±9.48[b]	19.18±10.93[b]
15	26.50±12.24[a]	23.01±11.01[b]	20.91±11.85[b]
18	26.92±13.48[a]	23.05±11.77[b]	21.61±12.68[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



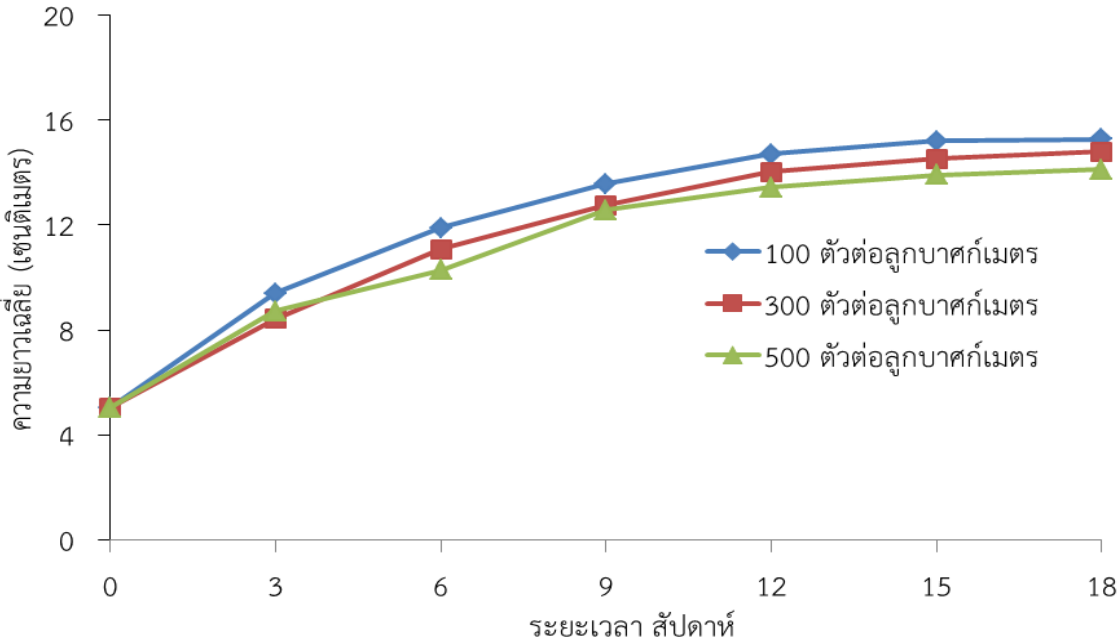
ภาพที่ 2 แนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

1.1.2 ความยาวสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาชะโอนมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย 15.28±2.03, 14.79±2.18 และ 14.12±2.46 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยสูงกว่าที่ความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความยาวสุดท้ายน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3 ตารางผนวกที่ 1)

ตารางที่ 4 ความยาวเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
0	5.05±0.44 [a]	5.04±0.45 [a]	5.05±0.44 [a]
3	9.39±0.99 [a]	8.44±1.44 [b]	8.71±1.15 [c]
6	11.91±1.29 [a]	11.08±1.28 [b]	10.28±1.61 [c]
9	13.58±1.63 [a]	12.75±1.70 [b]	12.57±1.63 [b]
12	14.71±1.99 [a]	14.03±2.17 [b]	13.45±2.47 [c]
15	15.21±2.05 [a]	14.54±1.90 [b]	13.92±2.14 [c]
18	15.28±2.03 [a]	14.79±2.18 [b]	14.12±2.46 [c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



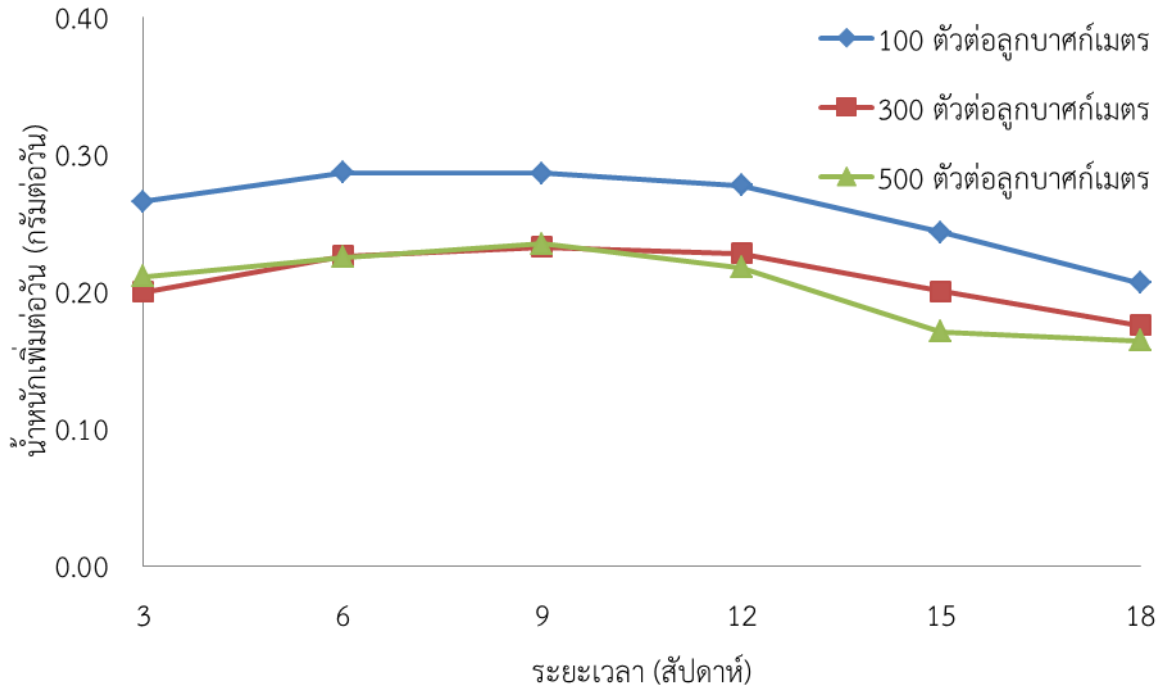
ภาพที่ 3 ความยาวเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

1.1.3 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาชะโอนมีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.21±0.01, 0.18±0.01 และ 0.16±0.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยพบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับที่ความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่สูงกว่าที่ความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4 ตารางผนวกที่ 2)

ตารางที่ 5 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
0	0.27±0.01^{a}	0.20±0.04^{a}	0.21±0.03^{b}
3	0.29±0.02^{a}	0.23±0.02^{b}	0.22±0.02^{b}
6	0.29±0.02^{a}	0.23±0.04^{a}	0.23±0.02^{a}
9	0.28±0.04^{a}	0.23±0.02^{a}	0.22±0.02^{a}
12	0.24±0.02^{a}	0.20±0.01^{b}	0.17±0.01^{b}
15	0.21±0.01^{a}	0.18±0.01^{ab}	0.16±0.01^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

1.2 อัตราการแลกเนื้อ

อัตราการแลกเนื้อตลอดการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ พบปลาชะโอนมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.32$\pm$0.08, 1.00$\pm$0.03 และ 0.94$\pm$0.01 ตามลำดับ โดยพบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยสูงกว่าที่ความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ 3)

1.3 อัตรารอด

อัตรารอดตลอดการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ พบว่าปลาชะโอนมีอัตรารอดเฉลี่ย 93.00$\pm$2.30, 91.00$\pm$4.04 และ 89.00$\pm$2.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าอัตรารอดเฉลี่ยทุกระดับความหนาแน่น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ 4)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และ อัตรารอด ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ปัจจัยการศึกษา	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.94±0.31[a]	0.95±0.31[a]	0.95±0.32[a]
ความยาวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	5.05±0.44[a]	5.04±0.45[a]	5.05±0.44[a]
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	26.92±13.48[a]	23.05±11.77[b]	21.61±12.68[c]
ความยาวสุดท้าย (เซนติมเตร)	15.28±2.03[a]	14.79±2.18[b]	14.12±2.46[c]
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.21±0.01[a]	0.18±0.01[ab]	0.16±0.01[b]
อัตราการแลกเนื้อ	1.32±0.08[a]	1.00±0.03[b]	0.94±0.01[b]
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	93.00±2.30[a]	91.00±4.04[a]	89.00±2.51[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.4 การกระจายของขนาดปลา (size distribution)

การกระจายโดยน้ำหนักปลาชะโอน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 18 สัปดาห์ ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยปลามีน้ำหนักตั้งแต่ 3.0–90.0 กรัม เมื่อแบ่งค่าช่วงน้ำหนักที่ 20 กรัม แบ่งได้ 5 ช่วง คือ น้อยกว่า 10 กรัม, 11-30 กรัม, 31-50 กรัม, 51-70 กรัม และมากกว่า 70 กรัม พบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชัง มีการกระจายของน้ำหนักในช่วงน้อยกว่า 11-30 กรัม มากที่สุดร้อยละ 65.79±5.49, 72.63±5.67 และ 69.71±0.67 ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบสัดส่วนของแต่ละช่วงน้ำหนักปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ ทดสอบทางสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการกระจายของน้ำหนักปลาที่ความหนาแน่น 100 กับ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และที่ความหนาแน่น 300 กับ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนที่ความหนาแน่น 100 กับ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 7 และตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 สัดส่วน (ร้อยละ) การกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ช่วงน้ำหนัก (กรัม)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
<10	1.42±2.01	6.06±0.97	11.79±2.22
11-30	65.79±5.49	72.63±5.67	69.71±0.67
31-50	27.08±5.28	18.10±2.18	14.32±2.27
51-70	4.63±5.00	2.60±2.11	3.36±0.46
>70	1.08±0.02	0.61±0.78	0.82±0.15

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีไค-สแควร์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

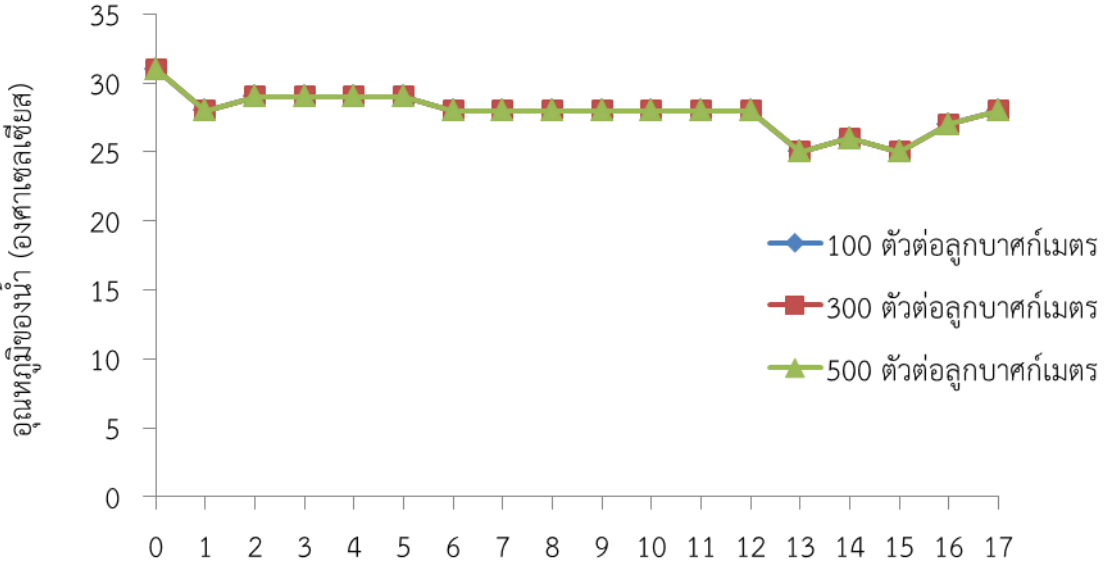
ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่า-ไคสแควร์	ค่าความเชื่อมั่น (p)
100 กับ 300	6.219	0.183
300 กับ 500	2.558	0.634
100 กับ 500	14.047	0.007

1.5 คุณสมบัติของน้ำ

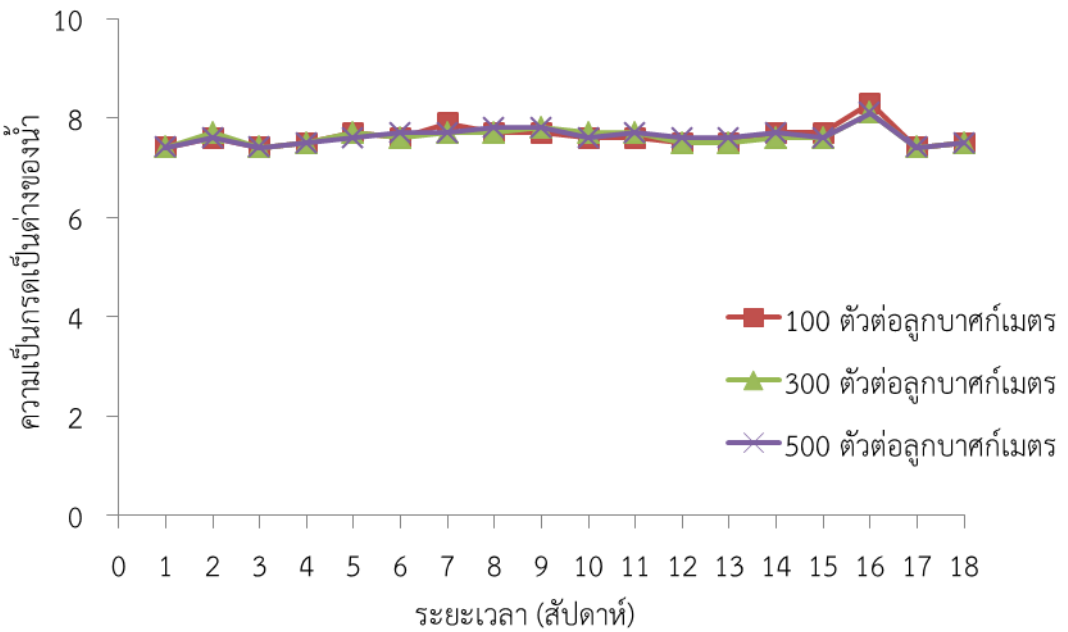
คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ พบว่าค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25–31 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.1-8.3 ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 86–144 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วง 70–160 mg/l as $CaCO_3$ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.0–5.9 mg/l และค่าแอมโมเนียรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02–0.33 mg NH_3-N/l (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

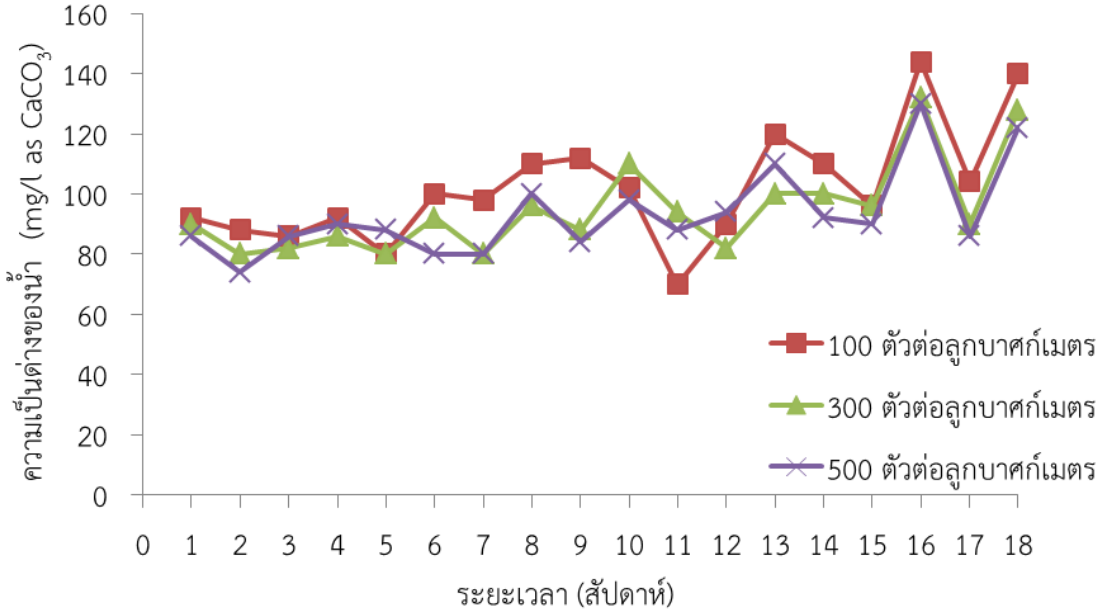
คุณสมบัติของน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	100	300	500
1. อุณหภูมิของน้ำ (^{O}C)	25-31	25-31	25-31
2. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ	7.1-8.3	7.1-8.1	7.1-8.1
3. ความเป็นด่างของน้ำ (mg/l as $CaCO_3$)	86-144	90-132	88-130
4. ความกระด้างของน้ำ (mg/l as $CaCO_3$)	80-160	70-136	76-134
5. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	4.0-5.9	4.0-5.9	4.0-5.4
6. แอมโมเนียรวม (mg NH_3-N/l)	0.02-0.33	0.02-0.29	0.02-0.30



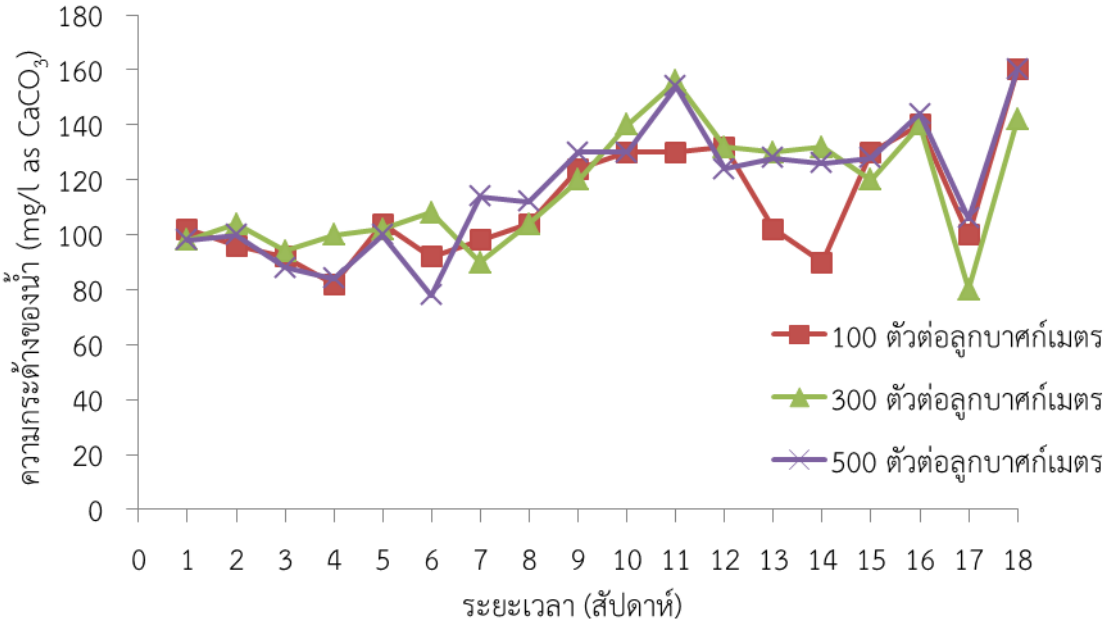
ภาพที่ 5 อุณหภูมิของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์



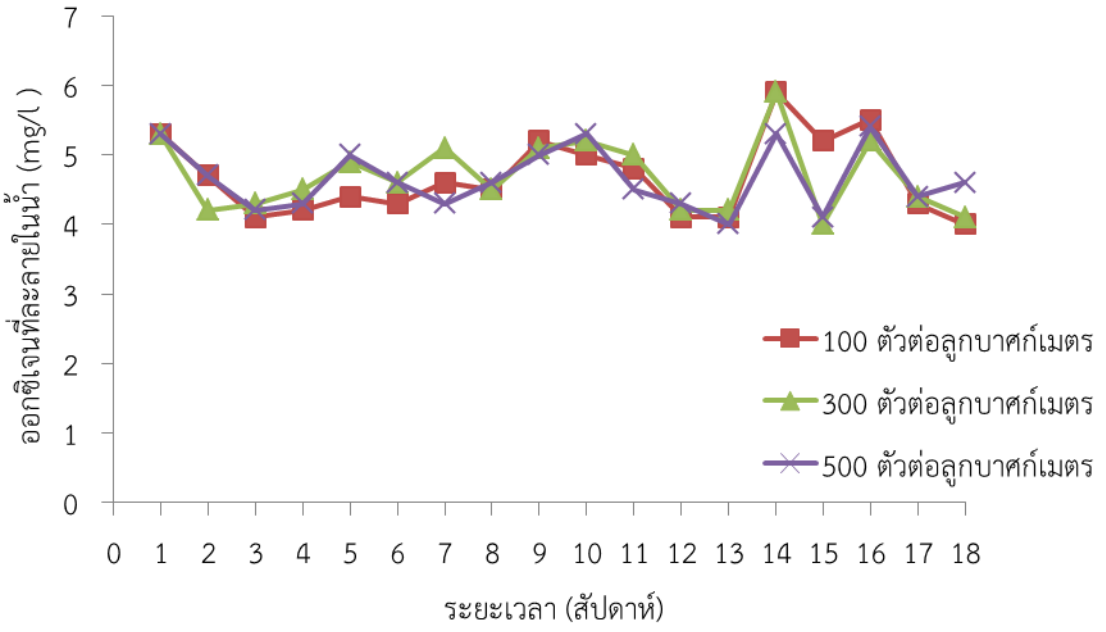
ภาพที่ 6 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์



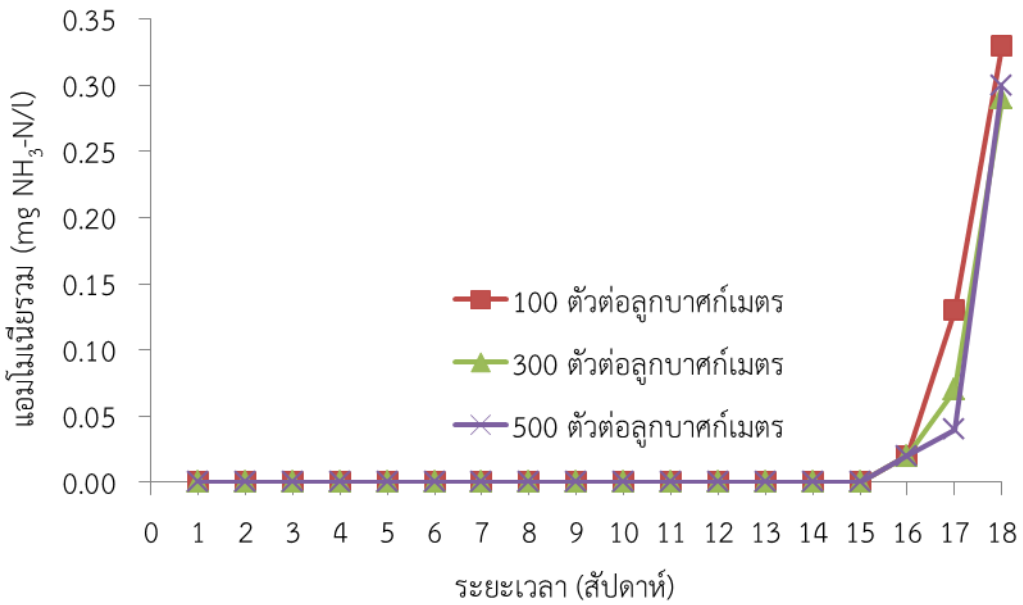
ภาพที่ 7 ความเป็นด่างของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์



ภาพที่ 8 ความกระด้างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์



ภาพที่ 9 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์



ภาพที่ 10 แอมโมเนียรวมของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

1.6 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน

1.6.1 ต้นทุนทั้งหมดของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 18 สัปดาห์ พบน้ำหนักของปลาชะโอน มีค่าเฉลี่ย 26.92, 23.05 และ 21.61 กรัมต่อตัว และมีต้นทุนทั้งหมด 1,040.06, 1,525.80 และ1,996.90 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)					
	100		300		500	
	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมต่อกระชัง	107.16	10.30	107.16	7.02	107.16	5.37
ค่าเสียโอกาสลงทุน	1.44	0.14	1.44	0.09	1.44	0.07
ต้นทุนคงที่ (บาท/กระชัง)	108.60	10.44	108.60	7.11	108.60	5.44
ต้นทุนผันแปร						
ค่าไฟฟ้า	142.38	13.69	142.38	9.33	142.38	7.13
ค่าแรงงาน	428.40	41.19	428.40	28.08	428.40	21.45
ค่าพันธุ์ปลา	150.00	14.42	450.00	29.50	750.00	37.56
ค่าอาหารปลา	198.28	19.07	377.55	24.74	542.37	27.16
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	12.40	1.19	18.87	1.24	25.15	1.26
ต้นทุนผันแปร (บาท/กระชัง)	931.46	89.56	1,417.20	92.89	1,888.30	94.56
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/กระชัง)	1,040.06	100	1,525.80	100	1,996.90	100
ผลตอบแทน						
ผลผลิตปลาชะโอน (กิโลกรัมต่อกระชัง)		2.50		6.30		9.62
ต้นทุนการผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)		416.02		242.19		207.57
รายได้ทั้งหมด (250 บาทต่อกิโลกรัม)		625.00		1,575.00		2,405.00
รายได้สุทธิ (บาทต่อกระชัง)		-415.06		49.20		408.10
ผลตอบแทนต่อการลงทุน (ร้อยละ)		-39.90		3.22		20.44

หมายเหตุ ต้นทุนคงที่ รวม 108.60 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่นดังนี้

- ค่าเสื่อมราคาของกระชัง อายุการใช้งาน 5 ปี รวมราคาทั้งหมด 9,645 บาท หรือ 1,071.66 บาทต่อกระชัง และใช้ประโยชน์ได้ปีละ 2 รุ่น ผลการคำนวณดังกล่าว ค่าเสื่อมราคาต่อกระชัง เท่ากับ 107.16

- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนคงที่ จากดอกเบี้ยฝากประจำ 6 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2559 ร้อยละ 1.35 ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 1.44 บาท

ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 931.46, 1,417.20 และ1,888.30 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ดังนี้

- ค่าไฟฟ้าในการปั๊มลมเพิ่มออกซิเจนในกระชังทดลอง วันละ 1.13 บาทต่อกระชัง ทำการทดลอง 126 วัน พบมีต้นทุนค่าไฟฟ้าเท่ากับ 142.38 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น

- ค่าแรงงานในการให้อาหารรวม 2 มื้อ วันละ 45 นาทีรวม 9 กระชัง รวม 126 วัน เท่ากับ 630 นาที โดยค่าแรงขั้นต่ำจังหวัดชลบุรีเท่ากับ 330 บาทต่อวัน จำแนกเป็นนาทีละ 0.68 บาท พบมีต้นทุนค่าแรงต่อกระชังเท่ากับ 428.40 บาท ของทุกความหนาแน่น

- ค่าพันธุ์ปลาชะโอนขนาด 5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1 กรัม ราคาตัวละ 1.5 บาท ตามประกาศกรมประมง ดังนั้นต้นทุนค่าพันธุ์ปลาเท่ากับ 150.00, 450.00 และ 750.00 บาท ตามลำดับ

- ค่าอาหารปลาวัยอ่อน ราคากิโลกรัมละ 60 บาท คำนวณจากบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ พบมีต้นทุนค่าอาหาร 198.28, 377.55 และ 542.37 บาท ตามลำดับ

- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนผันแปร จากดอกเบี้ยฝากประจำ 6 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2558 ร้อยละ 1.35 ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 12.40, 18.87 และ 25.15 บาท ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน พบต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนร้อยละ 89.56, 92.89 และ 94.56 ของต้นทุนทั้งหมด โดยสัดส่วนของค่าแรงมีอัตราส่วนสูงที่ความหนาแน่น 100 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสัดส่วนค่าลูกพันธุ์ปลาจะมีสัดส่วนสูงที่ความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพบว่าต้นทุนผันแปรมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการปล่อยที่เพิ่มขึ้น

1.6.2 ผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ราคาปลาชะโอนกิโลกรัมละ 250 บาท (องค์การสะพานปลา,2559) ดังรายละเอียดตารางที่ 8 พบมีผลตอบแทนเป็นรายได้ทั้งหมด 625.00, 1,575.00 และ 2,405.00 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ โดยมีผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ – 39.90, 3.22 และ 20.44 บาท ตามลำดับ ต้นทุนการผลิตมีค่า 416.02, 242.19, และ 207.57 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

2. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม

การทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ โดยปล่อยปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 31.94$\pm$6.39, 33.30 $\pm$ 7.60 และ 31.09 $\pm$ 6.42 กรัม ตามลำดับ และความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 16.71 $\pm$ 0.80, 16.77$\pm$ 0.78 และ 16.53 $\pm$ 0.87 เซนติเมตร ตามลำดับ ปรากฏผลการทดลองดังนี้

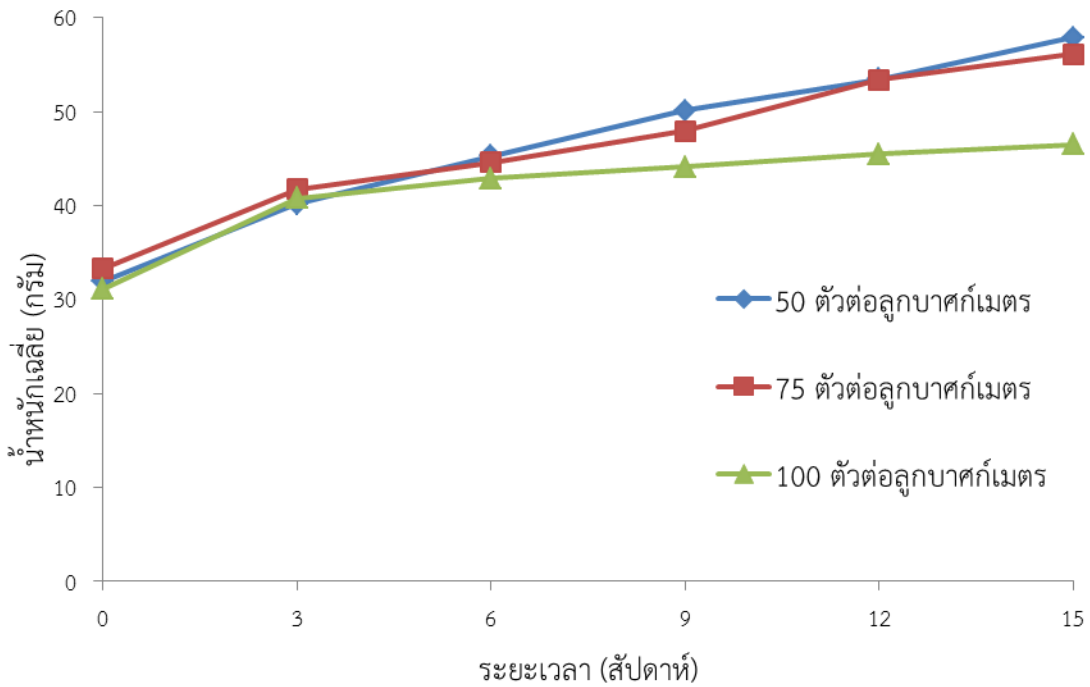
2.1 การเจริญเติบโต

2.1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาชะโอนมีน้ำหนักเฉลี่ย 57.89$\pm$11.94, 56.10$\pm$12.16 และ 46.52$\pm$11.52 กรัม ตามลำดับ โดยพบว่าที่ความหนาแน่น 50 และ 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูงกว่าความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11 และตารางผนวกที่ 5)

ตารางที่ 11 น้ำหนักเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
0	31.94±3.39 [a]	33.30± 3.83 [a]	31.09±3.65 [a]
3	40.14±6.39 [a]	41.77± 7.60 [a]	40.76±7.89 [a]
6	45.25±7.71 [a]	44.60±9.25 [a]	42.90±5.45 [b]
9	50.40±9.37 [a]	48.58±8.81 [a]	44.13±7.99 [b]
12	53.47±11.27 [a]	53.40±11.06 [a]	45.47±8.59 [b]
15	57.89±11.94 [a]	56.10±12.16 [a]	46.52±11.52 [b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



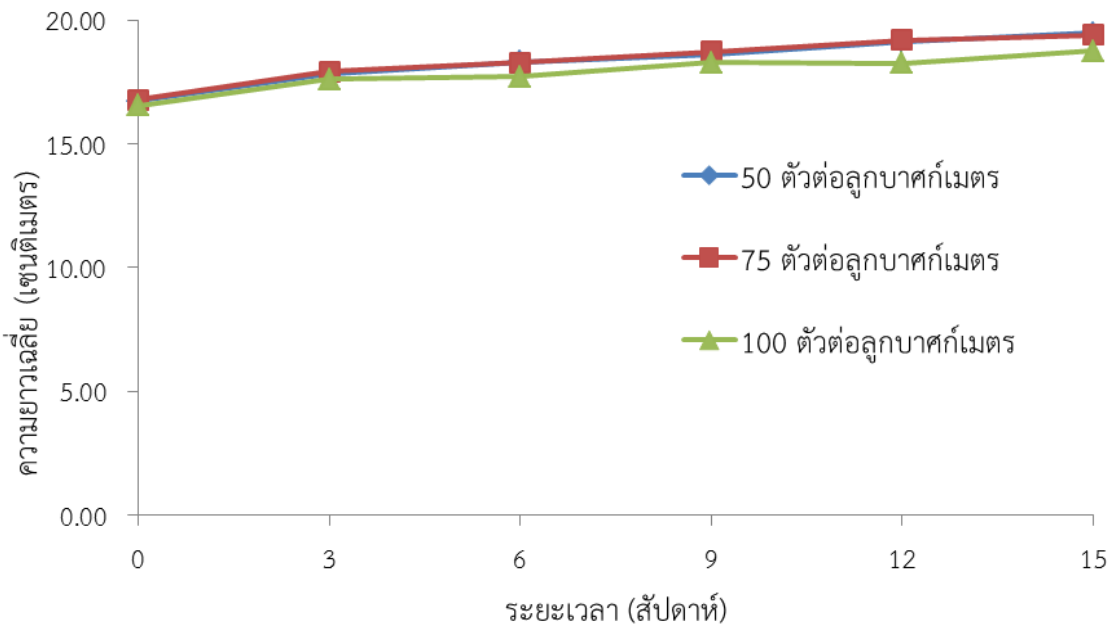
ภาพที่ 11 แนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

2.1.2 ความยาวสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาชะโอนมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย 19.48±1.18, 19.40 ±1.13 และ 18.74±1.33 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าที่ความหนาแน่น 50 และ 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูงกว่าความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 12 และภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 5)

ตารางที่ 12 ความยาวเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
0	16.71±0.80 [a]	16.77±0.78 [a]	16.53±0.87 [a]
3	17.82±0.99 [a]	17.92±1.11 [a]	17.60±1.06 [b]
6	18.31±0.97 [a]	18.28±0.95 [a]	17.71±1.02 [b]
9	18.61±1.04 [a]	18.72±0.97 [a]	18.29±0.94 [b]
12	19.12±1.06 [a]	19.18±1.12 [a]	18.35±1.01 [b]
15	19.48±1.18 [a]	19.40±1.13 [b]	18.74±1.33 [b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



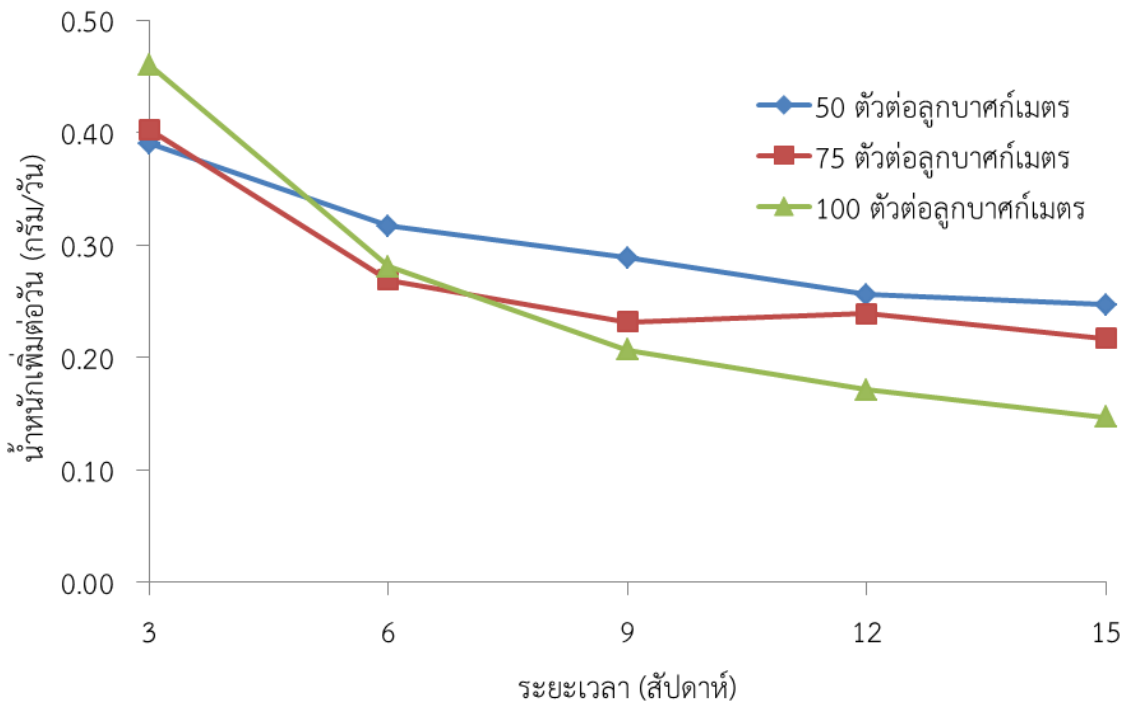
ภาพที่ 12 ความยาวเฉลี่ย ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

2.1.3 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาชะโอนมีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.25±0.03, 0.21±0.04 และ 0.15±0.03 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยพบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 50 และ 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูงกว่าที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 6)

ตารางที่ 13 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
3	0.39±0.16[a]	0.40±0.10[a]	0.46±0.28[a]
6	0.32±0.07[a]	0.27±0.06[a]	0.28±0.05[a]
9	0.29±0.05[a]	0.24±0.03[a]	0.21±0.05[a]
12	0.26±0.05[a]	0.24±0.04[a]	0.17±0.06[a]
15	0.25±0.03[a]	0.21±0.04[a]	0.15±0.03[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 13 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

2.2 อัตราการแลกเนื้อ

อัตราการแลกเนื้อตลอดการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาชะโอนมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.87±0.20, 1.48±0.30 และ 1.71±0.60 ตามลำดับ โดยพบว่า อัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยทุกระดับความหนาแน่น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ 7)

2.3 อัตรารอด

อัตรารอด ตลอดการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาชะโอนมีอัตรารอดเฉลี่ย 97.33±4.62, 88.33±11.02 และ 83.00±4.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่า อัตรารอดเฉลี่ยทุกระดับความหนาแน่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 14 การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และ อัตรารอด ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ปัจจัยการศึกษา	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	31.94±3.39[a]	33.30±3.83[a]	31.09±3.65[a]
ความยาวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	16.71±0.80[a]	16.77±0.78[a]	16.53±0.87[a]
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	57.89±11.94[a]	56.10±12.16[a]	46.52±11.52[b]
ความยาวสุดท้าย (เซนติเมตร)	19.48±1.18[a]	19.40±1.13[a]	18.74±1.33[b]
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.25±0.03[a]	0.21±0.04[a]	0.15±0.03[b]
อัตราการแลกเนื้อ	1.87±0.20[a]	1.48±0.30[a]	1.71±0.60[a]
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	97.33±4.62[a]	88.33±11.02[a]	83.00±4.36[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean ± SD) ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.4 การกระจายของขนาดปลา (size distribution)

การกระจายโดยน้ำหนักปลาชะโอน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 15 สัปดาห์ ที่ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยปลามีน้ำหนักประมาณ 24–90 กรัม เมื่อแบ่งค่าช่วงน้ำหนักเริ่มต้นที่ 20 กรัม แบ่งได้ 4 ช่วง คือ 20-40 กรัม ,41-60 กรัม, 61-80 กรัม และมากกว่า 80 กรัม พบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังความหนาแน่น 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการกระจายของน้ำหนักในช่วง 61-80 กรัม มากที่สุดร้อยละ 45.54±11.20 ส่วนที่ความหนาแน่น 75, 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการกระจายของน้ำหนักในช่วง 41-60 กรัม มากที่สุด ร้อยละ 57.18 ±11.53 และ 46.60±3.40 ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบสัดส่วนของแต่ละช่วงน้ำหนักปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ ด้วยวิธี ไค-สแคว์ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการกระจายของน้ำหนักปลาที่ความหนาแน่น 50 กับ 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนที่ความหนาแน่น 75 กับ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และความหนาแน่น 50 กับ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 15 และตารางที่ 16)

ตารางที่ 15 สัดส่วน (ร้อยละ) การกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ช่วงน้ำหนัก (กรัม)	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
20-40	8.46±8.70	7.92±7.08	36.24±9.28
41-60	43.94±3.91	57.18±11.53	46.60±3.40
61-80	45.54±11.20	33.05±14.17	17.16±6.35
>80	2.06±2.00	1.85±2.05	0

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธี ไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

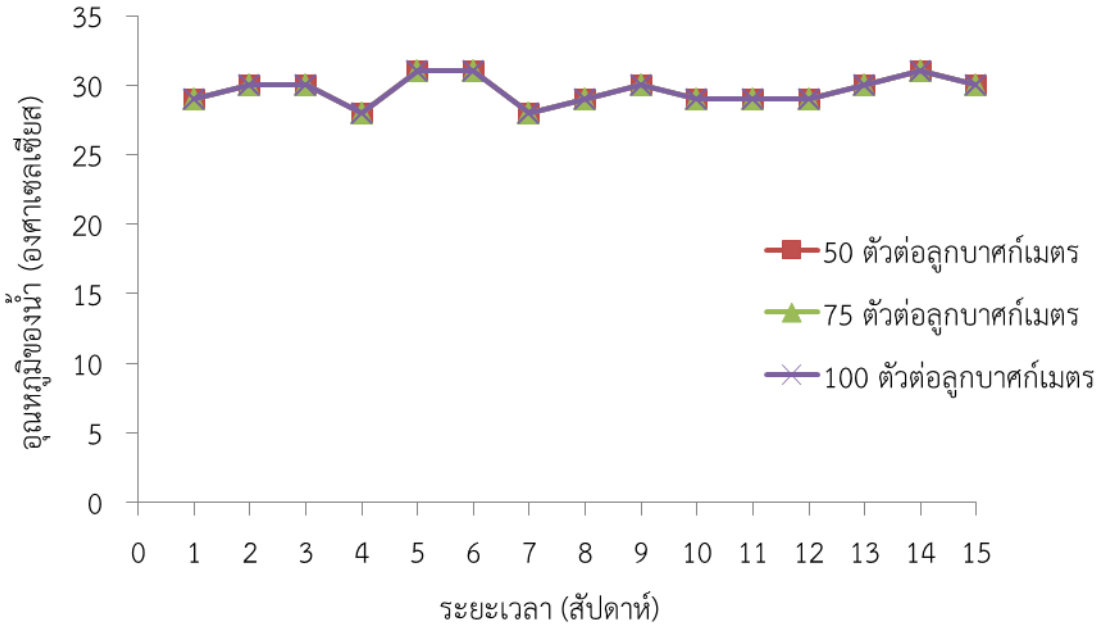
ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่า-ไคสแควร์	ค่าความเชื่อมั่น (p)
50 กับ 75	3.813	0.282
75 กับ 100	33.266	0.000
50 กับ 100	25.900	0.000

2.5 คุณสมบัติของน้ำ

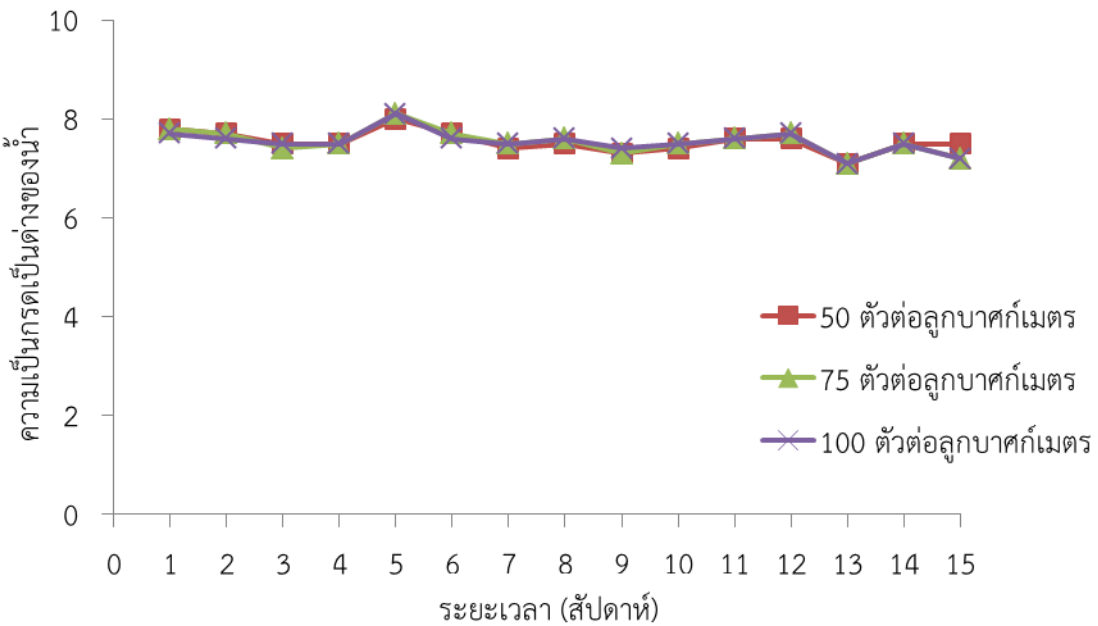
คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 15 สัปดาห์ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.1-8.1 ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 86-144 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างของน้ำ อยู่ในช่วง 70-160 mg/l as $CaCO_3$ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 4.0-5.4 mg/l และค่าแอมโมเนียรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.33 mg NH_3-N/l (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

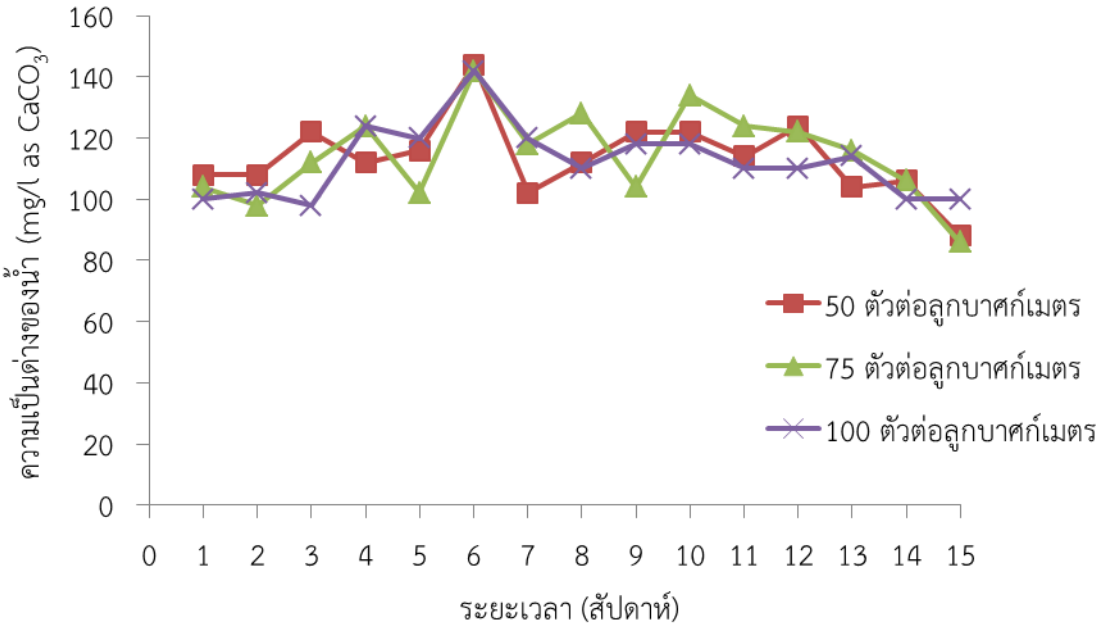
คุณสมบัติของน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)		
	50	75	100
1. อุณหภูมิของน้ำ (^{O}C)	25.0-31.0	25.0-31.0	25.0-31.0
2. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ	7.1-8.0	7.1-8.1	7.1-8.1
3. ความเป็นด่างของน้ำ (mg/l as $CaCO_3$)	88-144	86-142	88-142
4. ความกระด้างของน้ำ (mg/l as $CaCO_3$)	70-160	70-158	82-160
5. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	4.6-5.3	4.0-5.1	4.4-5.4
6. ค่าแอมโมเนียรวม (mg NH_3-N/l)	0.02-0.31	0.02-0.33	0.02-0.30



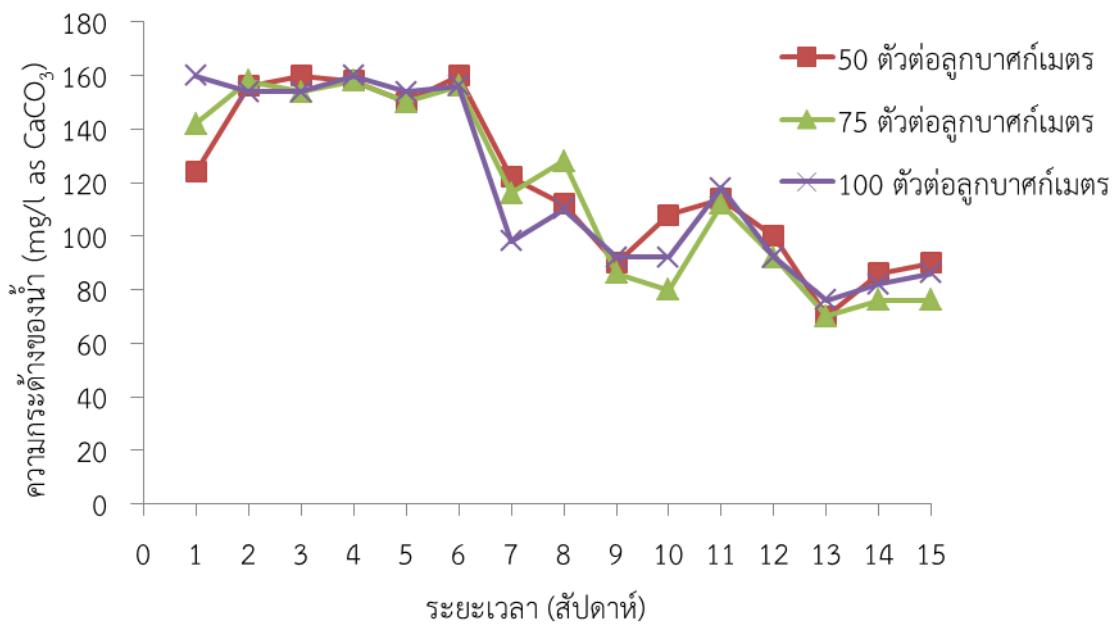
ภาพที่ 14 อุณหภูมิของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์



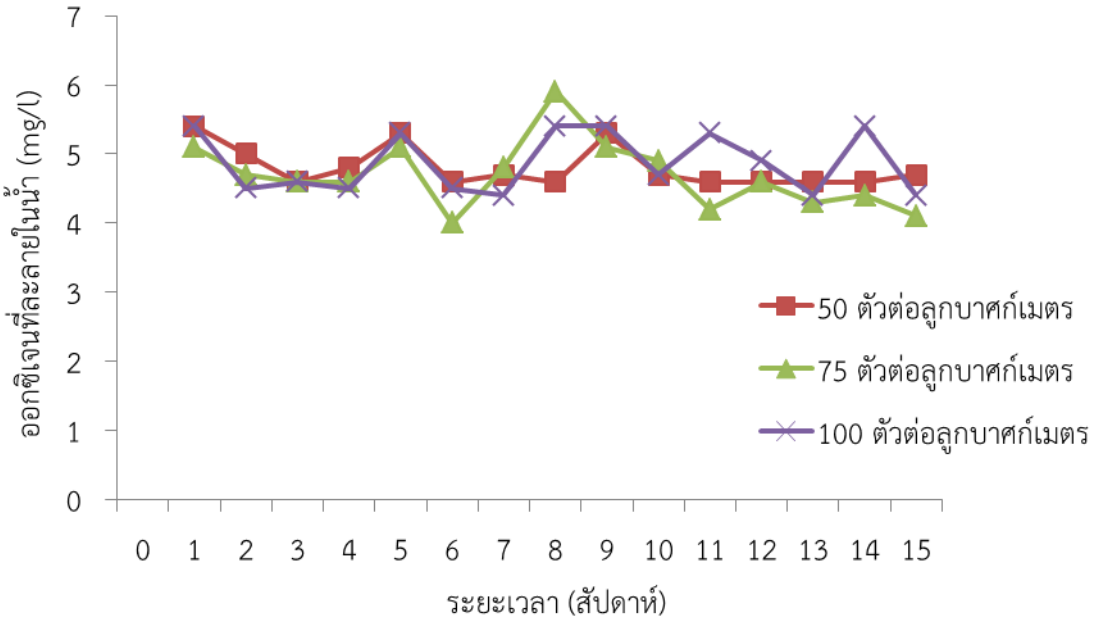
ภาพที่ 15 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์



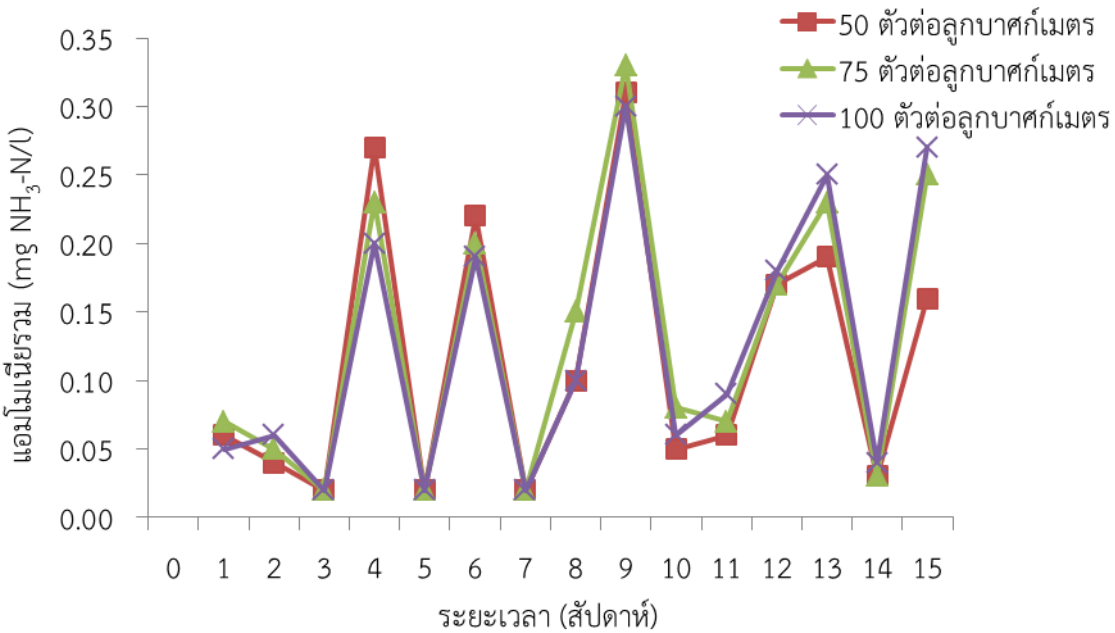
ภาพที่ 16 ความเป็นด่างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์



ภาพที่ 17 ความกระด้างของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์



ภาพที่ 18 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์



ภาพที่ 19 แอมโมเนียรวมของน้ำ ระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

2.6 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน

2.6.1 ต้นทุนทั้งหมดของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 15 สัปดาห์ พบน้ำหนักของปลาชะโอน มีค่าเฉลี่ย 57.89, 56.10 และ 46.56 กรัมต่อตัว และมีต้นทุนทั้งหมด 1,105.43, 1,435.94 และ 1,715.97 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร รายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน ของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน	ความหนาแน่น (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)					
	50		75		100	
	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมต่อกระชัง	71.47	6.47	71.47	4.98	71.47	4.17
ค่าเสียโอกาสลงทุน	0.96	0.09	0.96	0.07	0.96	0.06
ต้นทุนคงที่ (บาท/กระชัง)	72.43	6.56	72.43	5.05	72.43	4.23
ต้นทุนผันแปร						
ค่าไฟฟ้า	118.65	10.73	118.65	8.26	118.65	6.91
ค่าแรงงาน	357.00	32.30	357.00	24.86	357.00	20.80
ค่าพันธุ์ปลา	375.00	33.92	562.50	39.17	750.00	43.71
ค่าอาหารปลา	168.60	15.25	307.20	21.40	396.00	23.08
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	13.75	1.24	18.16	1.26	21.89	1.28
ต้นทุนผันแปร (บาท/กระชัง)	1,033.00	93.44	1,363.51	94.95	1,643.54	95.78
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/กระชัง)	1,105.43	100	1,435.94	100	1,715.97	100
ผลตอบแทน						
ผลผลิตปลาชะโอน (กิโลกรัมต่อกระชัง)	2.81		3.46		5.12	
ต้นทุนการผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)	393.39		415.01		335.15	
รายได้ทั้งหมด (250 บาทต่อกิโลกรัม)	702.50		865.00		1,280.00	
รายได้สุทธิ (บาทต่อกระชัง)	-402.93		-570.94		-435.97	
ผลตอบแทนต่อการลงทุน (ร้อยละ)	-36.45		-39.76		-25.40	

หมายเหตุ ต้นทุนคงที่ รวม 72.43 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น ดังนี้

- ค่าเสื่อมราคาของกระชัง อายุการใช้งาน 5 ปี รวมราคาทั้งหมด 9,645 บาท หรือ 1,071.66 บาทต่อกระชัง และใช้ประโยชน์ได้ปีละ 2 รุ่น ผลการคำนวณดังกล่าว ค่าเสื่อมราคาต่อกระชัง เท่ากับ 71.47 บาท

- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนคงที่ จากดอกเบี้ยฝากประจำ 6 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2558 ร้อยละ 1.35 ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 0.96 บาท

ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,033.00, 1,363.51 และ 1,643.54 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ดังนี้

- ค่าไฟฟ้าในการปั๊มลมเพิ่มออกซิเจนในกระชังทดลอง วันละ 1.13 บาทต่อกระชัง ทำการทดลอง 105 วัน พบมีต้นทุนค่าไฟฟ้าเท่ากับ 118.65 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น

- ค่าแรงงานในการให้อาหารรวม 2 มื้อ วันละ 45 นาที รวม 9 กระชัง รวม 105 วัน เท่ากับ 525 นาที โดยค่าแรงขั้นต่ำจังหวัดชลบุรีเท่ากับ 330 บาทต่อวัน จำแนกเป็นนาทีละ 0.68 บาท พบมีต้นทุนค่าแรงต่อกระชังเท่ากับ 357 บาท ของทุกความหนาแน่น

- ค่าพันธุ์ปลาชะโอนน้ำหนักประมาณ 30 กรัม ราคากิโลกรัมละ 250 บาท ตามราคาองค์การสะพานปลา (2559) ดังนั้นต้นทุนค่าพันธุ์ปลาเท่ากับ 375.00, 562.50 และ 750.00 บาท ตามลำดับ

- ค่าอาหารปลาวัยอ่อน ราคากิโลกรัมละ 60 บาท คำนวณจากบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ พบมีต้นทุนค่าอาหาร 168.60, 307. 20 และ 396.00 บาท ตามลำดับ

- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนผันแปร จากดอกเบี้ยฝากประจำ 6 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2558 ร้อยละ 1.35 ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 12.34, 16.74 และ 20.47 บาท ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่อัตราความหนาแน่นต่างกัน พบต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนร้อยละ 93.44, 94.95 และ 95.78 ของต้นทุนทั้งหมด โดยสัดส่วนของค่าพันธุ์ปลามีอัตราส่วนสูงทุกความหนาแน่น จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพบว่าต้นทุนผันแปรมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการปล่อยที่เพิ่มขึ้น

2.6.2 ผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่อัตราความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 15 สัปดาห์ ที่ราคาปลาชะโอนกิโลกรัมละ 250 บาท ข้อมูลจากองค์การสะพานปลา (2559) ดังรายละเอียดตารางที่ 15 พบมีผลตอบแทนเป็นรายได้ทั้งหมด 702.50, 865.00 และ 1,280.00 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ โดยมีผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ – 36.45, -39.76 และ -25.40 บาท ตามลำดับ โดยที่ทุกอัตราปล่อยมีผลตอบแทนต่อการลงทุนที่เป็นลบ ต้นทุนการผลิตมีค่า 393.39, 415.01, และ 335.15 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ ขนาด 20-30 กรัม

จากการทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน มีค่าสูงกว่าความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับ Hepher (1976) และ Wang *et al.* (2000) กล่าวว่าการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นปฏิภาคผกผันกับอัตราความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง โดยเมื่อเลี้ยงปลาด้วยความหนาแน่นที่สูงขึ้น ปลาจะมีความเครียดมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และ Pickering (1993) กล่าวว่า สภาวะที่มีปลาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นทำให้เกิดการแย่งอาหาร อากาศหายใจ และที่อยู่อาศัย พฤติกรรม ความเป็นเจ้าถิ่นและการครอบครองอาณาเขต (territorial behavior) ภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดความเครียด (stress) ขึ้นในตัวปลา ซึ่งความเครียดนี้อาจเป็นลักษณะความเครียดแบบเรื้อรังที่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตช้าลง สอดคล้องกับภาณุวัตร (2549) ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังในบ่อดินด้วยอัตราปล่อย 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 182 วัน พบว่าปลาชะโอนที่อัตราการปล่อย 50 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวสูงกว่าชุดการทดลองอื่นโดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 28.00$\pm$2.28 และ 27.09$\pm$0.80 กรัม ตามลำดับ และรายงานของอรรณพ และณรงศักดิ์ (2550) การเลี้ยงปลาโมงในกระชังที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ ที่ความหนาแน่น 40, 80, 120 และ 160 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าที่ 40 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และการทดลองของ อัมพร (2549) ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาชะโอนวัยอ่อนอายุ 3 วันถึง 15 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 10, 20, 40 และ 80 ตัวต่อลิตร และอายุ16 วันถึง 60 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 2, 4, 8, 16 และ 32 ตัวต่อลิตร โดยช่วงอายุ 3 วันถึง 15 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และช่วงอายุ 16 วันถึง 30 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 2 ตัวต่อลิตรมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

การกระจายโดยน้ำหนักปลาชะโอน ช่วงน้ำหนักที่น้อยกว่า 11-30 กรัม มากที่สุดร้อยละ 65.79$\pm$5.49, 72.63$\pm$5.67 และ 69.71$\pm$0.67 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการกระจายของน้ำหนักปลาที่ความหนาแน่น 100 กับ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และที่ความหนาแน่น 300 กับ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนที่ความหนาแน่น 100 กับ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับ วัชรินทร์ และไพบูลย์ (2541) กล่าวว่า เมื่อมีการเลี้ยงปลาที่มีความหนาแน่นมากขึ้นทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ลดลง ทั้งนี้เพราะความหนาแน่น (stocking density) เป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของปลาแต่ละตัว

อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด พบปลาชะโอนมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.32$\pm$0.08, 1.00$\pm$0.03 และ 0.94$\pm$0.01 ตามลำดับ ซึ่งอัตราการแลกเนื้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อัตรารอด พบปลาชะโอน

มีอัตรารอดเฉลี่ย 93.00±2.30, 91.00±4.04 และ 89.00±2.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอัตรารอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งอัตราการแลกเนื้อมีค่าต่ำกว่ารายงานของภาณุวัตร (2549) ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังในบ่อดินด้วยอัตราปล่อย 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 182 วัน พบมีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 1.82±0.03, 1.89±0.20, 1.95±0.08, 2.02±0.07, 2.14±0.02 และ 2.19±0.02 ตามลำดับ ซึ่งอัตราการแลกเนื้อที่มีค่าต่ำเป็นผลจากการทดลองครั้งนี้มีการให้อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า โดยให้อาหารที่มีโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ และให้อาหารในกรอบพีวีซีสี่เหลี่ยมสามารถสังเกตการกินอาหารของปลาให้กินจนอิ่มช่วยลดการสูญเสียอาหารได้ดีกว่า

ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน มีต้นทุนทั้งหมด 1,040.06, 1,525.80 และ 1,996.90 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ 108.60 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น และต้นทุนผันแปร 931.46, 1,417.20 และ 1,888.30 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ หรือที่ต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนร้อยละ 89.56, 92.89 และ 94.56 ของต้นทุนทั้งหมด

ผลตอบแทนที่ราคาปลาชะโอนกิโลกรัมละ 250 บาท มีผลตอบแทนเป็นรายได้ทั้งหมด 625.00, 1,575.00 และ 2,405.00 บาทต่อกระชัง มีผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ – 39.90, 3.22 และ 20.44 บาทต่อกระชัง โดยมีต้นทุนการผลิต 416.02, 242.19, และ 207.57 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากผลการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน พบว่าต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนที่สูงซึ่งผันแปรตามอัตราปล่อย โดยค่าใช้จ่ายสำหรับค่าแรงงานจะมีสัดส่วนที่สูงเมื่อปล่อยในอัตรา 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และค่าพันธุ์ปลาจะมีสัดส่วนสูงขึ้นเมื่ออัตราการปล่อยหนาแน่นสูงขึ้น ต่างจากการการทดลองเลี้ยงปลาสายยูในกระชังต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปร และเป็นค่าอาหารในสัดส่วนที่สูงมากถึง 59.95 เปอร์เซ็นต์ (วิระวรรณ และศิราณี, 2550) การเลี้ยงปลาโมงในกระชังในแม่น้ำโขง มีต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นค่าอาหารในสัดส่วนที่สูงมากถึง 61.37 – 71.43 เปอร์เซ็นต์ (ศิราณี และ ธีระชัย, 2548)

2. ผลของความหนาแน่นต่อการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ ขนาด 40-60 กรัม

จากการทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน ที่ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าที่อัตราปล่อย 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน มีค่าสูงกว่าที่อัตราปล่อย 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับ Hepher (1976) และ Wang *et al.* (2000) กล่าวว่าการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นปฏิภาคผกผันกับอัตราความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง โดยเมื่อเลี้ยงปลาด้วยความหนาแน่นที่สูงขึ้น ปลาจะมีความเครียดมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และ Pickering (1993) กล่าวว่า สภาวะที่มีปลาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นทำให้เกิดการแย่งอาหาร อากาศหายใจ และที่อยู่อาศัย พฤติกรรม ความเป็นเจ้าถิ่นและการครอบครองอาณาเขต (territorial behavior) ภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดความเครียด (stress) ขึ้นในตัวปลา ซึ่งความเครียดนี้อาจเป็นลักษณะความเครียดแบบเรื้อรังที่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตช้าลง สอดคล้องกับภาณุวัตร (2549) ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังในบ่อดินด้วยอัตราปล่อย 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ

2 ครั้ง เป็นเวลา 182 วัน พบว่าปลาชะโอนที่อัตราการปล่อย 50 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวสูงกว่าชุดการทดลองอื่นโดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 28.00±2.28 และ 27.09±0.80 กรัม ตามลำดับ และรายงานของอรรณพ และ ณรงศักดิ์ (2550) การเลี้ยงปลาโมงในกระชังที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ ที่ความหนาแน่น 40, 80, 120 และ 160 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าที่ 40 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และการทดลองของอัมพร (2549) ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาชะโอนวัยอ่อนอายุ 3 วันถึง 15 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 10, 20, 40 และ 80 ตัวต่อลิตร และอายุ 16 วัน ถึง 60 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 2, 4, 8,16 และ 32 ตัวต่อลิตร โดยช่วงอายุ 3 วันถึง 15 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และช่วงอายุ 16 วันถึง 30 วัน ที่อัตราความหนาแน่น 2 ตัวต่อลิตรมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

การกระจายโดยน้ำหนักปลาชะโอน พบว่าปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชัง ความหนาแน่น 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการกระจายของน้ำหนักในช่วง 61-80 กรัม มากที่สุดร้อยละ 45.54±11.20 ส่วนที่ความหนาแน่น 75, 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการกระจายของน้ำหนักในช่วง 41-60 กรัม มากที่สุด ร้อยละ 57.18 ±11.53 และ 46.60±3.40 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการกระจายของน้ำหนักปลาที่ความหนาแน่น 50 กับ 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนที่ความหนาแน่น 75 กับ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และความหนาแน่น 50 กับ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับ วัชรินทร์ และไพบูลย์ (2541) กล่าวว่า เมื่อมีการเลี้ยงปลาที่มีความหนาแน่นมากขึ้นทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ลดลง ทั้งนี้เพราะความหนาแน่น (stocking density) เป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของปลาแต่ละตัว

อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด พบปลาชะโอนมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.87±0.20, 1.48±0.30 และ 1.71±0.60 ตามลำดับ อัตรารอดเฉลี่ย 97.33±4.62, 88.33±11.02 และ 83.00±4.36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งอัตราการแลกเนื้อใกล้เคียงกับรายงานของภาณุวัตร (2549) ทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังในบ่อดินด้วยอัตราปล่อย 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ด้วยอาหารสำเร็จรูป ชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 182 วัน พบมีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 1.82±0.03, 1.89±0.20, 1.95±0.08, 2.02±0.07, 2.14±0.02 และ 2.19±0.02 ตามลำดับ

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง 15 สัปดาห์ ต้นทุนทั้งหมด 1,105.43, 1,435.94 และ 1,715.97 บาทต่อกระชัง จำแนกต้นทุนคงที่ รวม 72.43 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,033.00, 1,363.51 และ 1,643.54 บาทต่อกระชัง ผลตอบแทนเป็นรายได้ทั้งหมด 702.50, 865.00 และ 1,280.00 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ โดยมีผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ – 36.45, -39.76 และ -25.40 บาท ตามลำดับ และต้นทุนการผลิตมีค่า 393.39, 415.01 และ 335.15 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากผลการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน พบว่าต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนที่สูงซึ่งผันแปรตามอัตราปล่อย โดยค่าใช้จ่ายสำหรับพันธุ์ปลาจะมีสัดส่วนที่สูงขึ้นเมื่ออัตราการปล่อยหนาแน่นสูงขึ้น เนื่องจากในการทดลองที่ 2 ค่าพันธุ์ปลาคำนวณตามน้ำหนักปลาเนื้อที่จำหน่ายราคา กิโลกรัมละ 250 บาท ต่างจากการทดลองอื่นๆ ที่เริ่มทดลองเลี้ยงในปลาขนาดเล็กซึ่งลูกปลามีราคาไม่สูงมากนัก เช่น การทดลองเลี้ยงปลาสายยูในกระชัง

ต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารในสัดส่วนที่สูงมากถึง 59.95 เปอร์เซ็นต์ (วิระวรรณ และ ศิราณี, 2550) การเลี้ยงปลาโมงในกระชังในแม่น้ำโขง มีต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นค่าอาหารในสัดส่วนที่สูงมากถึง 61.37-71.43 เปอร์เซ็นต์ (ศิราณี และ ธีระชัย, 2548)

ส่วนผลตอบแทนการลงทุน พบว่าผลตอบแทนที่สูงขึ้นผันแปรตามอัตราปล่อย จึงมีต้นทุนการผลิตที่ผกผันตามอัตราปล่อย เมื่ออัตราปล่อยสูงขึ้นจุดคุ้มทุนต่ำ เช่นเดียวกับการเลี้ยงปลาสายยูในกระชังพบว่าที่อัตราความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีจุดคุ้มทุนต่ำสุด 52.11 บาทต่อกิโลกรัม โดยที่อัตราปล่อย 50 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จุดคุ้มทุนที่ 81.68 และ 67.55 บาท บาทต่อกิโลกรัม (วิระวรรณ และ ศิราณี, 2550)

คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน ทั้ง 2 การทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และ 15 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยมีค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25-31 องศาเซลเซียส (°c) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.1-8.3 ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 86-144 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วง 70-160 mg/l as $CaCO_3$ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.0-5.9 mg/l และค่าแอมโมเนียรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.33 mg NH_3-N/l ถึงแม้ว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 16-18 ของการทดลองที่ 1 มีค่าแอมโมเนียสูงกว่าปกติ แต่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่สูงมาก จึงไม่ส่งผลให้ค่าแอมโมเนียเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระชังที่ทดลองแขวนรวมกับกระชังอนุบาลลูกปลาชนิดอื่น ประกอบกับมีฝนตกและเป็นบ่อรวมรับน้ำจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการจัดการบ่อ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำ การใช้จุลินทรีย์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้น

ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมในการเลี้ยงปลาน้ำจืด ที่ค่าอุณหภูมิน้ำ 23-32 องศาเซลเซียส (°c) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 3 mg/l ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-9.0 ความเป็นด่าง 75-300 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้าง 75-300 mg/l as $CaCO_3$ และค่าแอมโมเนียไม่ควรเกิน 0.5 mg NH_3-N/l (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

สรุป

1. การทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ ปลาชะโอนมีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 26.92, 23.05 และ 21.61 กรัมต่อตัว โดยที่ต้นทุนการผลิตมีค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอัตราปล่อย 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนอัตราปล่อย 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าราคาขายทั่วไป จากระยะเวลาในการทดลอง 18 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน หลังจากสัปดาห์ที่ 12 พบค่าการเจริญเติบโตดังกล่าวมีค่าการเพิ่มขึ้นต่อ 3 สัปดาห์มีแนวโน้มลดลง

ดังนั้นการคำนวณต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน ในการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 12 สัปดาห์ เป็นทางเลือกให้เกษตรพิจารณาระยะเวลาในการเลี้ยง และปลาชะโอนเป็นปลาที่นิยมรับประทานในทุกขนาดความยาว ซึ่งในการคำนวณเมื่อทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบปลาชะโอนมีน้ำหนักเฉลี่ย 24.24, 20.07 และ 19.18 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีต้นทุนทั้งหมด 844.14, 1,310.84 และ 1,769.58 บาทต่อกระชัง ต้นทุนการผลิตในการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง 375.17, 239.20, และ 207.45 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นอัตราปล่อย 500 ตัวต่อตารางเมตร เหมาะสมในการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เพื่อให้ได้ปลาชะโอนขนาดน้ำหนักประมาณ 20-30 กรัม (ภาคผนวกและตารางผนวกที่ 15)

2. การทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50, 75 และ 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กรัม เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น และผลผลิตที่ได้ไม่คุ้มค่าการลงทุน ไม่ควรเลี้ยงเพื่อการพาณิชย์ เพราะต้นทุนการผลิตมีค่าค่อนข้างสูงกว่าราคาปลาชะโอนที่จำหน่ายได้ แต่เหมาะสมในการเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ในกรณีที่ไม่มีบ่อดิน โดยอัตราปล่อยที่เหมาะสม 75 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากน้ำหนักต่อตัวมีค่าไม่แตกต่างจากอัตราปล่อย 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่ได้ผลผลิตสูงกว่า

ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการส่งเสริมการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังสู่เกษตรกร โดยนำผลการศึกษาครั้งนี้ทดลองเลี้ยงในฟาร์มของเกษตรกรแบบมีส่วนร่วม เพื่อทราบความหนาแน่นที่เหมาะสม และการใช้อาหารทดแทนเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารปลาสำเร็จรูป โดยความหนาแน่นที่แนะนำ 300 - 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งเลี้ยงเป็นระยะเวลาไม่นานเพื่อให้ได้ผลตอบแทนเร็ว และสร้างแรงจูงใจในการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง เพื่อสร้างทางเลือกในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์. 2543. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ, กรุงเทพฯ. 594 หน้า.

ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดสระแก้ว. 2555. ปริมาณและมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำที่นำเข้า. https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/site2/fishquarantine-Sakaeo

ปลาชะโอน http://pasusat.com

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางด้านประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.

ภาณุวัตร กมุทชาติ. 2549. การเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังด้วยอัตราปล่อยต่างกัน . เอกสารวิชาการฉบับที่ 54/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 15 หน้า.

วัชรินทร์ รัตนชู และ ไพบูลย์ วัฒนกิจ. 2541. การเลี้ยงปลานิลเพศผู้ล้วนในบ่อดินที่ความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2 /2541. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดตรัง, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 35 หน้า.

วิระวรรณ ระยัน และ ศิราณี งอยจันทร์ศรี. 2550. การเลี้ยงปลาสายยูในกระชังด้วยความหนาแน่นต่างกันในแม่น้ำโขง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 20 หน้า.

ศิราณี งอยจันทร์ศรี และ ธีระชัย พงศ์จรรยากุล. 2548. ผลของความหนาแน่นที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตปลาโมง (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในกระชังในแม่น้ำโขง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.

สถิติสินค้าสัตว์น้ำจำหน่ายรายเดือน ณ สะพานปลากรุงเทพฯ. ประจำปี 2559. http://www.fishmarket.co.th/index.php/2017-01-05-07-25-11

สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.

อรรณพ และ ณรงศักดิ์. 2550. การลี้ยงปลาโมงในกระชังที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 16/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 21 หน้า.

อัมพร วงค์ขวัญ. 2549. ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาชะโอนวัยอ่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 หน้า.

Hepher, B. 1976. Some Biological Aspects of Worm-Water Fish Pond Management. In: Gerking, D. (ed.). The Biological Basis of Freshwater Fish. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh, UK. pp. 412-428.

Kay, R. D. 1986. Farm Management : Planing, Control and Implementation. McGraw Hill Book Co., Singapore. 401 pp.

Pickering, A. D. 1993. Growth and Stress in fish production. *Aquaculture* 111 : 51-59.

Wang, N., R. S. Hayward and D. B. Noltie. 2000. Effects of social interaction on growth of juvenile hybrid sunfish hold at two densities. *North Amer. J. Aqua*. 62: 161-169

ภาคผนวก

ต้นทุนการผลิต รายได้ และผลตอบแทน เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง 12 สัปดาห์

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ พบน้ำหนักของปลาชะโอน มีค่าเฉลี่ย 26.92, 23.05 และ 21.61 กรัมต่อตัว พบว่าต้นทุนการผลิตมีค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอัตราปล่อย 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนอัตราปล่อย 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์ มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าราคาขายทั่วไป จากระยะเวลาในการทดลอง 18 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน หลังจากสัปดาห์ที่ 12 พบค่าการเจริญเติบโตดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง

ดังนั้นการคำนวณต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน ในการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เป็นทางเลือกให้เกษตรพิจารณาระยะเวลาในการเลี้ยง และปลาชะโอนเป็นปลาที่นิยมรับประทานในทุกขนาดความยาว ซึ่งในการคำนวณเมื่อทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบปลาชะโอนมีน้ำหนักเฉลี่ย 24.24, 20.07 และ 19.18 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของอัตรารอด เป็นค่าเดียวกันกับการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ รายละเอียดดังตารางที่ 18

1. ต้นทุนทั้งหมดของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่อัตราความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบน้ำหนักของปลาชะโอน มีค่าเฉลี่ย 24.24, 20.07 และ 19.18 กรัมต่อตัว และมีต้นทุนทั้งหมด 844.14, 1,310.84 และ 1,769.58 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

1.1 ต้นทุนคงที่ รวม 72.08 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น ดังนี้

- ค่าเสื่อมราคาของกระชังใช้วิธีคิดแบบเส้นตรงอายุการใช้งาน 5 ปี โดยต้นทุนค่าวัสดุในการประกอบกระชัง ทำด้วยเหล็กกลมขนาด 8 หุน ทุนลอยเป็นถังพลาสติกขนาดบรรจุ 200 ลิตร มีอวนตาห่างขนาด 2.5 เซนติเมตร กั้นรอบนอกของกระชังทดลองเพื่อป้องกันปลาชนิดอื่นๆ กระชังทดลองเป็นกระชังมุ้งเขียวขนาด 1.0 X 1.0 X 1.2 เมตร จมน้ำที่ระดับความลึก 1.0 เมตร มีปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อกระชัง และต่อระบบให้อากาศด้วยท่อพีวีซี รวมราคาทั้งหมด 9,645 บาท หรือ 1,071.66 บาทต่อกระชัง อายุการใช้งาน 5 ปี และใช้ประโยชน์ได้ปีละ 3 รุ่น ผลการคำนวณดังกล่าว ค่าเสื่อมราคาต่อกระชัง เท่ากับ 71.44
- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนคงที่ จากดอกเบี้ยฝากประจำ 3 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2558 ร้อยละ 0.90 การทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 3 เดือน ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 0.64 บาท

1.2 ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 722.06, 1,238.76 และ 1,697.50 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ ดังนี้

- ค่าไฟฟ้าในการปั๊มลมเพิ่มออกซิเจนในกระชังทดลอง วันละ 1.13 บาทต่อกระชัง ทำการทดลอง 84 วัน พบมีต้นทุนค่าไฟฟ้าเท่ากับ 94.92 บาทต่อกระชัง ของทุกความหนาแน่น
- ค่าแรงงานในการให้อาหารรวม 2 มื้อ วันละ 45 นาที รวม 9กระชัง รวม 84 วัน เท่ากับ 420 นาที โดยค่าแรงขั้นต่ำจังหวัดชลบุรีเท่ากับ 400 บาทต่อวัน จำแนกเป็นนาทีละ 0.83 บาท พบมีต้นทุนค่าแรงต่อกระชังเท่ากับ 348.60 บาท ของทุกความหนาแน่น
- ค่าพันธุ์ปลาชะโอนขนาด 5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1 กรัม ราคาตัวละ 1.5 บาท ตามประกาศกรมประมง ดังนั้นต้นทุนค่าพันธุ์ปลาเท่ากับ 150.00, 450.00 และ 750.00 บาท ตามลำดับ
- ค่าอาหารปลาระดับโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ ราคากิโลกรัมละ 60 บาท คำนวณจากบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ พบมีต้นทุนค่าอาหาร 178.54, 328.74 และ 481.37 บาท ตามลำดับ

- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนผันแปร จากดอกเบี้ยฝากประจำ 3 เดือน ของธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ปี 2558 ร้อยละ 0.90 การทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 3 เดือน ดังนั้นค่าเสียโอกาสในการลงทุนเท่ากับ 10.38, 16.50 และ 22.61 บาท ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังที่อัตราความหนาแน่นต่างกันพบต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนร้อยละ 92.56, 94.60 และ 96.02 ของต้นทุนทั้งหมด โดยสัดส่วนของค่าแรงมีอัตราส่วนสูงที่อัตราปล่อย 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสัดส่วนค่าลูกพันธุ์ปลาจะมีสัดส่วนสูงที่อัตราปล่อย 300และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพบว่าต้นทุนผันแปรมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการปล่อยที่เพิ่มขึ้น

2. ผลตอบแทน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง การทดลองที่ 1 ที่อัตราความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่ราคาปลาชะโอนกิโลกรัมละ 250 บาท ข้อมูลจากองค์การสะพานปลา (2559) พบมีผลตอบแทนเป็นรายได้ทั้งหมด 562.50, 1,370.00 และ 2,132.50 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ โดยมีผลตอบแทนต่อการลงทุนร้อยละ – 33.36, 4.51 และ 20.50 บาทต่อกระชัง ตามลำดับ โดยที่อัตราปล่อย 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีผลตอบแทนต่อการลงทุนที่เป็นลบ และที่อัตราปล่อย 300 ตัวต่อตารางเมตร พบมีผลตอบแทนต่อการลงทุนที่เป็นบวก ส่วนที่อัตราปล่อย 500 ตัวต่อตารางเมตร พบผลตอบแทนต่อการลงทุนที่เป็นบวกเช่นกัน เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตมีค่า 375.17, 239.20, และ 207.45 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง ที่ความหนาแน่น 100, 300 และ 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าอัตราการปล่อยที่เหมาะสมควรปล่อย 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีต้นทุนการผลิต 207.45 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างจากจุดคุ้มทุนในการเลี้ยง 18 สัปดาห์ มีต้นทุนการผลิต 207.57 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีระยะเวลาการเลี้ยงที่ต่างกันถึง 6 สัปดาห์

ตารางผนวกที่ 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักและความยาว ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนัก (กรัม)	Between Groups	6649.453	2	3324.727	21.365	0.000
	Within Groups	380474.441	2445	155.613		
	Total	387123.894	2447			
ความยาว (เซนติเมตร)	Between Groups	429.717	2	214.858	41.174	0.000
	Within Groups	12758.736	2445	5.218		
	Total	13188.453	2447			

ตารางผนวกที่ 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน)	Between Groups	0.002	2	0.001	6.222	0.034
	Within Groups	0.001	6	0.000		
	Total	0.004	8			

ตารางผนวกที่ 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตราแลกเนื้อ ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
อัตราแลกเนื้อ	Between Groups	0.253	2	0.127	45.242	0.000
	Within Groups	0.017	6	0.003		
	Total	0.270	8			

ตารางผนวกที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตรารอด ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง จากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
อัตรารอด (เปอร์เซนต์)	Between Groups	2.637	2	1.319	4.283	0.070
	Within Groups	1.847	6	0.308		
	Total	4.485	8			

ตารางผนวกที่ 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักและความยาว ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนัก (กรัม)	Between Groups	15730.997	2	7865.498	56.119	0.000
	Within Groups	82832.778	591	140.157		
	Total	98563.774	593			
ความยาว (เซนติเมตร)	Between Groups	69.896	2	34.948	23.062	0.000
	Within Groups	895.592	591	1.515		
	Total	965.488	593			

ตารางผนวกที่ 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน)	Between Groups	0.014	2	0.007	7.076	0.026
	Within Groups	0.006	6	0.001		
	Total	0.021	8			

ตารางผนวกที่ 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตราการแลกเนื้อ ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
อัตราแลกเนื้อ	Between Groups	0.014	2	0.007	0.690	0.538
	Within Groups	0.059	6	0.010		
	Total	0.073	8			

ตารางผนวกที่ 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อัตรารอด ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชัง จากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

ตัวแปร		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
อัตรารอด	Between Groups	1.453	2	0.727	1.412	0.314
(เปอร์เซนต์)	Within Groups	3.088	6	0.515		
	Total	4.541	8			

ตารางผนวกที่ 9 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 100 กับ 300 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6.219[a]	4	0.183
Likelihood Ratio	6.628	4	0.157
Linear-by-Linear Association	3.962	1	0.047
N of Valid Cases	201		

a. 6 cells (60.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.00.

ตารางผนวกที่ 10 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 100 กับ 500 ตัว ต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14.047[a]	4	0.007
Likelihood Ratio	15.788	4	0.003
Linear-by-Linear Association	8.525	1	0.004
N of Valid Cases	200		

a. 4 cells (40.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.00.

ตารางผนวกที่ 11 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่น 300 กับ 500 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.558[a]	4	0.634
Likelihood Ratio	2.598	4	0.627
Linear-by-Linear Association	1.109	1	0.292
N of Valid Cases	201		

a. 4 cells (40.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.00.

ตารางผนวกที่ 12 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50 กับ 75 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.813[a]	3	0.282
Likelihood Ratio	3.827	3	0.281
Linear-by-Linear Association	1.960	1	0.162
N of Valid Cases	200		

a. 2 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.00.

ตารางผนวกที่ 13 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 50 กับ 100 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33.266[a]	3	0.000
Likelihood Ratio	36.010	3	0.000
Linear-by-Linear Association	32.953	1	0.000
N of Valid Cases	200		

a. 2 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.00.

ตารางผนวกที่ 14 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีสถิติด้วยวิธีไค-สแคว์ แบบข้อมูลจำแนก 2 ทาง ของการกระจายน้ำหนักของปลาชะโอนที่เลี้ยงในกระชังจากปลาขนาด 30 กรัม จนได้ขนาด 40-60 กรัม ที่ความหนาแน่น 75 กับ 100 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์

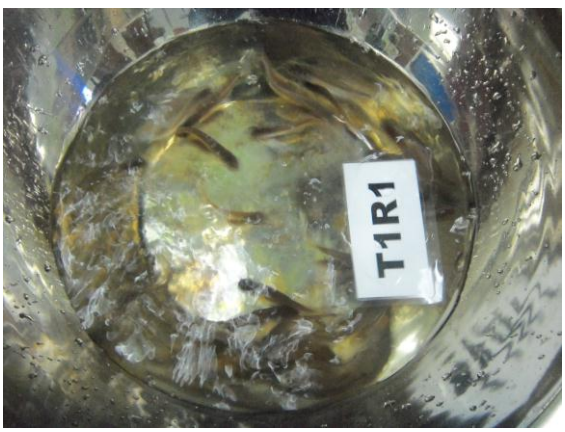
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	25.900[a]	3	0.000
Likelihood Ratio	28.219	3	0.000
Linear-by-Linear Association	22.586	1	0.000
N of Valid Cases	200		

a. 2 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.00.

ตารางผนวกที่ 15 ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน ของการเลี้ยงปลาชะโอนในกระชังจากปลาขนาด 1 กรัม จนได้ขนาด 20-30 กรัม ที่ความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน	ความหนาแน่น 100		300		500	
	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ	บาทต่อกระชัง	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมต่อกระชัง	71.44	8.36	71.44	5.45	71.44	4.03
ค่าเสียโอกาสลงทุน	0.64	0.07	0.64	0.05	0.64	0.04
ต้นทุนคงที่ (บาท/กระชัง)	72.08	8.43	72.08	5.49	72.08	4.07
ต้นทุนผันแปร						
ค่าไฟฟ้า	94.92	11.24	94.92	7.24	94.92	5.46
ค่าแรงงาน	348.60	41.19	348.60	26.59	348.60	19.70
ค่าพันธุ์ปลา	150.00	17.76	450.00	34.43	750.00	42.38
ค่าอาหารปลา	178.54	21.15	328.74	25.08	481.37	27.20
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	10.38	1.22	16.50	1.26	22.61	1.28
ต้นทุนผันแปร (บาท/กระชัง)	772.06	92.56	1,238.76	94.60	1,697.50	96.02
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/กระชัง)	844.14	100	1,310.84	100	1,769.58	100
ผลตอบแทน						
ผลผลิตปลาชะโอน (กิโลกรัมต่อกระชัง)	2.25		5.48		8.53	
ต้นทุนการผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)	375.17		239.20		207.45	
รายได้ทั้งหมด (250 บาทต่อกิโลกรัม)	562.50		1,370.00		2,132.50	
รายได้สุทธิ (บาทต่อกระชัง)	-281.64		59.16		362.92	
ผลตอบแทนต่อการลงทุน (ร้อยละ)	-33.36		4.51		20.50	

ภาพผนวกที่ 1 การจัดเตรียมการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 การสุ่มชั่งวัดขนาดปลาระหว่างการทดลอง