เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 169

Technical Paper No. 169

การพัฒนาการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง

Development of Breeding Techniques of Red Tilapia

สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด
กรมประมง

National Inland Fisheries Institute
Department of Fisheries

เอกสารวิชาการฉบับที่ 169 Technical Paper No.169

การพัฒนาการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง

Development of Breeding Techniques of Red Tilapia

นางพรรณศรี	จริโมภาส	Parnsri	Jarimopas	MSc.
นายภาณุ	เทวรัตน์มณีกุล	Panu	Tavarutmaneegul	MSc.
นายบุญเลิศ	เกิดโกมุท	Boonlert	Kertkomut	Cert.Agr.
นายพงษ์ศิริ	ประสพสุข	Pongsiri	Prasopsuk	Cert.Aqua.

สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด
กรมประมง เกษตรกลาง
จตุจักร กรุงเทพมหานคร
๒๕๓๘

National Inland Fisheries Institute
Department of Fisheries
Chatuchak, Bangkok, Thailand
1995

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 37 3108 3301 036 018

บทคัดย่อ

การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงแบบพัฒนาได้ดำเนินการตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2536-เดือนกรกฎาคม 2537 โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลาที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้งจากการเพาะพันธุ์แบบธรรมชาติในกระชังและในบ่อซีเมนต์ โดยใส่พ่อแม่ปลาจำนวน 40 และ 25 คู่ ในแต่ละกระชังและแต่ละบ่อ ตามลำดับ (ขนาดกระชังและบ่อ 40 และ 50 ตารางเมตร) 4 ซ้ำการทดลอง ทุก ๆ 7 วัน จะใช้วิธีนำไข่ออกจากปากแม่ปลาเพื่อตรวจหาจำนวนแม่ปลาที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวาง/ครั้ง ดำเนินการ 16 ครั้ง การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ปลาด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่ปลาจำนวนต่าง ๆ กัน/กรวย โดยใส่ไข่ปลา จำนวน10,000, 15,000 และ 20,000 ฟอง/กรวย ในทั้ง 2 ระบบเครื่องฟักไข่ 4 ซ้ำการทดลอง ตรวจนับลูกปลาในแต่ละกรวยที่ฟักเป็นตัวลูกปลา หาอัตราการฟักเป็นตัวที่สูงที่สุด การทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลาแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน โดยปล่อยลูกปลาที่ไข่แดงยุบหมดแล้ว อนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร ในอัตรา 400, 500 และ 600 ตัว/ตารางเมตร เป็นเวลา 15 วัน 4 ซ้ำการทดลอง เพื่อหาขนาดของลูกปลาที่ได้และอัตราการรอดตายสูงสุดที่มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด

ผลปรากฏว่า จากการทดลอง ที่ 1 แม่ปลาที่วางไข่ ในบ่อซีเมนต์ มีจำนวน มากกว่า แม่ปลาที่วางไข่ในกระชังทุกครั้งของการเพาะพันธุ์แม่ปลาเฉลี่ยที่เพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์มีจำนวนเฉลี่ย 4.81±1.13 และ 5.37±1.43 ตัว/ครั้ง คิดเป็นอัตราการวางไข่ 11.92±2.96% และ 21.40±5.77% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลาวางไข่เฉลี่ยที่เพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์ ปรากฏว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ผลการเปรียบเทียบอัตราการวางไข่ของแม่ปลาเป็นเปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P > 0.01$) ผลการทดลองที่ 2 ปรากฏว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงมีประสิทธิภาพและสะดวกดีกว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นทุกอัตราการฟักไข่/กรวย ลูกปลาที่ฟักได้สูงสุดคืออัตราการใส่ไข่ปลา 15,000 ฟอง/กรวย จากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง ได้ลูกปลาเฉลี่ย 11,687.50±806.52 ตัว/กรวย คิดเป็นอัตราการฟักไข่ = 77.92% ผลการทดลองที่ 3 พบว่าอัตราการปล่อยอนุบาลลูกปลา 500 ตัว/ตารางเมตร ให้ผลผลิตลูกปลามากที่สุด 24,237.50 ตัว/ครั้ง โดยมีต้นทุนต่ำสุดเฉลี่ย 0.80 บาท/ตัว/ครั้ง มีกำไรตัวละ0.12 บาท (12 สตางค์) มีอัตราการรอดตาย 96.95% อัตราการปล่อยอนุบาล 400 ตัว/ตารางเมตรให้ผลผลิตลูกปลาต่ำที่สุด 9,562.50±188.33 ตัว และมีต้นทุนการผลิตตัวละประมาณ 10 บาท/ตัว/ครั้ง มีกำไรตัวละ0.10 บาท(10สตางค์) ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์พบว่าผลผลิตลูกปลาจากอัตราการปล่อยอนุบาลทั้ง 3 อัตรา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p > 0.01$)

Abstract

Development of breeding system of red tilapia (*Oreochromis niloticus*× *Oreochromis mossambicus*) was conducted in 3 experiments from October 1993 to July 1994. The first experiment, comparison a number of the spawner took between the 40 and 25 pairs of breeders using natural breeding system in a 40 sqm. nylon net and a 50 sqm. concrete pond, with 4 replicates, every 7 days, the eggs or fry were removed from brooding females' mouth about 16 times. The second experiment,comparison the hatching rate of red tilapia eggs concluded between the up-welling water flow incubation system and the down-welling water flow incubation system with mass various densities of 10,000, 15,000 and 20,000 eggs/jar and 4 replicates. The thirrd experiment, nursing small fry red tilapia with mass various densities was studied for 15 days. The stocking rate of 400, 500 and 600 fry/sqm. were used with 4 replicates.

The results showed that, The number of spawning fish in concrete ponds was higher then in cage i.e.4.81±1.13 and 5.37±1.43 fish/7 days period in cages and concrete ponds,respectively. The spawning rate was about 11.92±2.96% and1.40±5.77% respectively. The results of variance analysis indicated that significant difference between the spawning rate ($p>0.01$). The second experiment showed that down-welling water flow incubation system is more efficiency than the up-welling water flow incubation system in every density of the egg in a jar. The density of 15,000 eggs/jar in the down-welling water flow incubation system hatched highest the yolk sac fry number about 11,687.50±806.52 fry/jar = 77.92% hatching rate,while the density of10,000 and 20,000 eggs/jar hatched 9,550±93.54 and 7,775± 783.78 fry/jar = 95.5% and 38.88 %. The density of 20,000 egg/jar of the up-welling water flow incubation system hatched the lowest number of yolk sac fry (mean = 2,262.50±1606.77 fry/jar) and lowest hatching rate (11.31%),while the density of 10,000 and 15,000 egg/jar hatched 7,950±111.81 and 9,725±55.90fry/jar The analysis of variance showed highly significant different between 2 incubation systems with the variance density of the eggs per jar and an equal egg density between 2 incubation systems. The third experiment showed that stocking rate of 500 fry/sqm. gave highest production (about 24,237.50 fry)with lowest investment cost of 0.08 Baht/fry/each period to get the profit of a fry was 0.12 Baht. The survival rate was 96.95%. The stocking rate of 400 fry/sqm. had the lowest fry production (9,562.50±188.33 fry) and highest investment cost of 0.10 baht/fry, the profit of a fry was 0.10 Baht. The analysis of variance of fry production showed highly significant differanceamong 3 stocking rates of fry($p>0.01$).

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง แด่คุณธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตรวจแก้ไขและจัดทำรูปเล่ม เพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัยเรื่องนี้ยิ่งขึ้น

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(1)
สารบาญภาพ	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	1
ผลการทดลอง	5
วิจารณ์ผล	23
สรุปผล	26
เอกสารอ้างอิง	28

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	อัตราการวางไข่ของแม่ปลานิลสีแดงและจำนวนไข่/ครั้ง เมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและบ่อซีเมนต์	6
2.	เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ปลานิลสีแดงในเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง	10
3.	การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตราการฟักไข่ปลานิลสีแดงที่ฟักด้วยเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น โดยใส่ไข่ปลาจำนวนต่างๆกัน/กรวย	11
4.	การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตราการฟักไข่ปลานิลสีแดง ที่ฟักด้วยเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง โดยใส่ไข่ปลาจำนวนต่างๆกัน/กรวย	11
5.	การวิเคราะห์ T-test ของอัตราการฟักไข่เฉลี่ย เมื่อใส่ไข่จำนวนเท่าๆกัน/กรวย ในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง	12
6.	การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่างๆกัน	15
7.	การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตลูกปลานิลสีแดงที่ได้จากการอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่างๆกัน	15
7.1	การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงที่ได้จากการอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่างๆกัน	16
8.	คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดงในบ่อซีเมนต์ใช้อัตราการปล่อยต่างๆกัน เป็นเวลา 15 วัน	17
9.	ต้นทุนการผลิตลูกปลานิลสีแดงจากการเพาะพันธุ์ ฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลจนกระทั่งอนุบาลด้วยอัตราการปล่อยต่างๆกัน ต่อครั้ง	22

สารบาญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. เปรียบเทียบอัตราแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่ในกระชังและในบ่อซีเมนต์	7
2. เปรียบเทียบเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่ปลาอัตราต่างๆกัน	13
3. กระชังและบ่อซีเมนต์ที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง	29
4. บ่อซีเมนต์สำหรับการอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในอัตราต่างๆกัน	29
5. เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นเมื่อใส่ไข่ปลานิลสีแดงจำนวนต่างๆกัน/กรวย	30
6. เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงเมื่อใส่ไข่ปลานิลสีแดงจำนวนต่างๆกัน/กรวย	30

คำนำ

ปลานิลสีแดงเป็นปลาน้ำจืดที่เลี้ยงง่ายเจริญเติบโตและรสชาติดี มีสีสรรสวยงาม เป็นที่นิยมบริโภคในตลาดต่างประเทศ อาทิเช่น ตลาดในเอเชียอาคเนย์ มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย และบรูไน นอกจากนี้ยังเป็นที่ต้องการในตลาดประเทศแถบตะวันออกกลาง ฮ่องกง ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา (Fitgerald and William, 1979; Redmayne, 1989 และ Macintosh, 1992) จึงเป็นปลาที่มีแนวโน้มที่เกษตรกรต้องการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ แต่ปลาชนิดนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการผลิตลูกพันธุ์คือมีผลผลิตลูกพันธุ์น้อย เนื่องจากในการเพาะพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติ ลูกปลาจะเกิดการกินกันเองเมื่อลูกปลามีขนาดต่างกัน ประกอบด้วยไม่สามารถใช้วิธีผสมเทียมในการเพาะพันธุ์เหมือนปลาชนิดอื่น (พรรณศรี และคณะ, 2536 และ Little and Edwards 1986) ทำให้ได้ลูกปลาจำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร การคิดค้นเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ในการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ จึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่ง อาทิเช่น ได้มีการผลิตเครื่องฟักไข่ปลานิลแบบต่างๆ การเก็บไข่ปลาออกจากปากแม่ปลาก่อนที่จะฟักเป็นตัว การค้นคว้าหาเทคนิคการอนุบาลลูกปลาแบบหนาแน่น เป็นต้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตลูกพันธุ์ปลาชนิดนี้และเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ผลิตอีกด้วย การศึกษาการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงแบบพัฒนา จึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และจะได้นำผลงานวิจัยที่ได้เผยแพร่ให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบจำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางไข่แต่ละครั้งจากการเพาะพันธุ์ในกระชังและบ่อซีเมนต์
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ของเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลงเมื่อใส่ไข่ปลา/กรวย จำนวนต่าง ๆ กัน
3. เพื่อศึกษาอัตราการปล่อยลูกปลานิลสีแดงลงอนุบาลในบ่อซีเมนต์แบบหนาแน่นที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงแบบพัฒนาได้ดำเนินการตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2536 ถึงเดือนกรกฎาคม2537 ณ สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้งเมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์

เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางไข่แต่ละครั้ง วางแผนแบบ one-way analysisโดยใช้ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

1.1 เตรียมกระชังอวนไนล่อนตาถี่ 1 มิลลิเมตร ขนาด 8x5x0.9 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 4 กระชังแขวนลอยในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร บ่อละกระชัง ให้ระดับน้ำในกระชังลึก 80 เซนติเมตร (ภาพที่ 3)

1.2 เตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร จำนวน 4 บ่อใส่น้ำลึก 80 เซนติเมตร(ภาพที่ 4)

1.3 ปล่อยพ่อแม่ปลานิลสีแดงขนาด 25-32 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 284-610 กรัม (ขนาดเฉลี่ย 29.80±1.70 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 438.94±82.92 กรัม) ลงในกระชังที่เตรียมไว้ (ข้อ 1.1) โดยใส่แม่ปลา:พ่อปลาในอัตรา 1:1 จำนวน 40 คู่/กระชัง ซึ่งเป็นอัตราการเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังที่แขวนในบ่อดินที่ให้ผลผลิตลูกปลาที่ดีที่สุด(ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี,2534) และใส่พ่อแม่ปลาลงในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้(ข้อ 1.2) ในอัตราแม่ปลา:พ่อปลา = 1:1 จำนวน 25คู่/บ่อ ซึ่งเป็นอัตราการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงในบ่อซีเมนต์ที่ให้ผลผลิตลูกปลาที่ดีที่สุด(พรรณศรีและคณะ,2536) ให้อาหารโดยใช้อาหารเม็ดชนิดลอยน้ำปริมาณโปรตีน 25% = 3%/วัน ทั้งในกระชังและบ่อซีเมนต์

1.4หลังจากเพาะพันธุ์ปลาได้7วัน จะนำไข่ออกจากปากแม่ปลา(ในกระชังจะใช้ไม้ไผ่รวบกระชังให้แคบลง ใช้กระชอนตักแม่ปลามาเปิดปากแล้วนำไข่ออกจากปากแม่ปลา สำหรับพ่อพันธุ์ปลาจะไว้ในกระชังตามเดิม ส่วนในบ่อซีเมนต์ จะใช้อวนตีปลาขึ้นขังในอวนใช้กระชอนตักแม่ปลามาเปิดปากแล้วนำไข่ออกจากปากแม่ปลา สำหรับพ่อพันธุ์ปลาจะไว้ในบ่อตามเดิม) นับจำนวนแม่ปลาที่วางไข่ ชั่งวัดขนาดแม่ปลาที่วางไข่ นับจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้ง

1.5 นำแม่ปลาที่วางไข่แล้วไปพักในบ่อพักพ่อแม่ปลาโดยการแยกเพศ นำแม่ปลาสำรองที่สมบรูณ์มาใส่แทนจำนวนเท่าเดิม เปลี่ยนน้ำเดือนละครั้งทั้งในบ่อและกระชัง ทำเช่นนี้เป็นเวลา 4 เดือน เปิดปากแม่ปลาทั้งสิ้น 16 ครั้ง

1.6 นำข้อมูลที่ได้ในข้อ 1.4 และ 1.5 มาวิเคราะห์หาจำนวนแม่ปลาที่วางไข่และไข่ที่ได้แต่ละครั้งเปรียบเทียบระหว่างการเพาะพันธุ์ในกระชังและบ่อซีเมนต์

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ของปลานิลสีแดงด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่จำนวนต่าง ๆ กัน/กรวย

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากอัตราที่ใส่ไข่ปลา/กรวย ในเครื่องฟัก

ไข่ปลาแต่ละชนิดด้วยการวิเคราะห์ Least Significant Different (LSD) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการฟักไข่เดียวกันแต่ต่างระบบเครื่องฟักไข่ปลาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ t-test ดังนี้

2.1 เตรียมเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำลง ประกอบด้วยถังให้น้ำที่ใช้ตามฟาร์มเลี้ยงไก่ทั่วไป มีลักษณะก้นกรวยลาดเอียงเป็นรูปตัววี (v) ซึ่งพัฒนาไปจากเดิมที่มีก้นกรวยเป็นรูปตัวยู (u)(เครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำลงของศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี.2534) ถังให้น้ำไก่ราคาใบละ 30-35 บาท จำนวน 8 ถัง (ภาพที่ 6) ใช้แทนเป็นกรวยฟักไข่ปลา ต่อท่อน้ำด้วยท่อพีวีซี (PVC) ให้เป็นระบบน้ำไหลลงกรวย ปริมาตรของกรวย = 6 ลิตร

2.2 เตรียมเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้น (ภาพที่5) สร้างโดยศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตร แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประกอบด้วยกรวยรูปตัววี(V) จำนวน 8 กรวย ปริมาตรของกรวย = 6 ลิตร ระบบน้ำเป็นระบบน้ำไหลจากก้นกรวยขึ้นไปที่ขอบกรวย

2.3 เครื่องฟักไข่ปลานิลทั้ง 2 ระบบ จะมีกระแสน้ำไหล 1,300 ซีซี/นาที/กรวย ระบบน้ำทั้ง 2 ระบบ เชื่อมต่อกันเป็นระบบปิด น้ำที่ใช้แล้วจะผ่านเครื่องกรองที่ประกอบขึ้นเองซึ่งประกอบด้วย กรวด ถ่าน และทรายละเอียด เป็นชั้น ๆ จากนั้นน้ำจะไหลไปที่บ่อพักน้ำ จะมีเครื่องปั้มน้ำขนาด $^1/_4$ แรงม้า สูบขึ้นแท้งน้ำซึ่งสูงประมาณ 3 เมตร เป็นระยะ ๆ เมื่อน้ำถูกใช้จะไหลลงกรวยฟักไข่ปลาแต่ละระบบด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

2.4 นำไข่ปลาที่ได้จากการทดลองที่ 1 (ข้อ 1.4) มาฟักไข่ในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น (ข้อ 2.2) และระบบน้ำลง (ข้อ 2.1) โดยใส่ไข่ปลาอัตรา 10,000, 15,000 และ 20,000 ฟอง/กรวย อัตราละ 4 ซ้ำ/ครั้ง (เนื่องจากจำนวนกรวยไม่พอ จึงใช้จำนวนครั้งเป็นซ้ำ ขึ้นอยู่กับจำนวนไข่ปลาที่ได้ในแต่ละครั้ง) ไข่ปลาจะฟักเป็นตัวในเครื่องฟักไข่ปลาเป็นเวลาประมาณ 3 วัน

2.5 นับจำนวนลูกปลาที่ได้จากแต่ละกรวย/ครั้ง เพื่อหาอัตราการฟักเป็นตัวของไข่ปลาที่ฟักด้วยเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง โดยหาจำนวนไข่ที่ใส่ลงฟักที่เหมาะสม

การทดลองที่ 3 ทดลองอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆกัน

3.1 **ศึกษาผลผลิตของลูกปลานิลสีแดง**

ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบผลผลิตลูกปลาเฉลี่ย โดยใช้การวิเคราะห์ Least Significant Different Test เมื่อใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนี้

3.1.1 เตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ โดยใส่น้ำในบ่อประมาณ 80 เซนติเมตร ใส่อามิ-อามิ 3 ลิตร, ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 3 ชนิดคือ ปุ๋ยนา (สูตร 16-20-0), ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) และปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (สูตร 0-46-0) ชนิดละ 400 กรัม โดยใส่ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด สัปดาห์ละครั้งและมีหัวทรายให้ออกซิเจน (O_2) บ่อละ 1 อัน ตลอดการทดลอง

3.1.2 นำลูกปลาวัยอ่อนไปอนุบาลในถาดอะลูมิเนียมขนาดกว้าง25 เซนติเมตร ยาว 4เซนติเมตร ลึก 8 เซนติเมตร เจาะรูข้างถาดสองแถวทั้งสองข้าง เส้นผ่าศูนย์กลางของรู = 0.8-0.9 มิลลิเมตรเพื่อให้น้ำไหลผ่านและมีตะแกรงมุ้งเขียวกั้นรูไม่ให้ลูกปลาผ่าน ปริมาตรน้ำในถาด = 2.5 ลิตร ใส่ปลาจำนวน8,000-12,000 ฟอง/ถาด อนุบาลในถาดจนไข่แดงยุบประมาณ 4-5 วัน นำลูกปลา มาปล่อยอนุบาลในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้ (ข้อ 3.1.1) โดยใช้อัตราการปล่อย 400, 500 และ 600 ตัว/ตารางเมตร (20,000, 25,000 และ 30,000 ตัว/บ่อ) โดยใช้จำนวนซ้ำเป็นจำนวนครั้งที่เพาะพันธุ์ใน 1 เดือน = 4 ซ้ำการทดลอง

3.1.3 ให้อาหารสมทบ โดยผสมรำละเอียดและปลาป่นละเอียดในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) โดยโรยอาหารให้ทั่วบ่อ (ให้ลูกปลากินจนอิ่ม) อนุบาลลูกปลาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (15 วัน)

3.1.4 นับจำนวนลูกปลาที่ได้ สุ่มลูกปลาจำนวน 50 ตัว/บ่อ มาชั่งวัดเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและขนาดลูกปลาของแต่ละอัตราการปล่อยอนุบาล

3.2 ศึกษาอัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดง

3.2.1 นำจำนวนลูกปลาที่อนุบาลได้แต่ละอัตราการปล่อย มาคำนวนหาอัตราการรอดตายของลูกปลาเป็นเปอร์เซนต์

3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง

3.3.1 นำตัวอย่างน้ำจากบ่อทดลองทั้ง 3 บ่อที่ใช้อนุบาลลูกปลานิลสีแดงทั้งทางฟิสิกส์และเคมี สัปดาห์ละครั้ง มาวิเคราะห์ค่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)) ปริมาณคาบอนไดออกไซด์ (CO2) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความกระด้างของน้ำ (Hardness) ความเป็นด่างของน้ำ(Alkalinity) วัดอุณหภูมิและความโปร่งแสงของน้ำ ตามวิธีการของ Swingle (1969)

3.4 ศึกษาต้นทุนการผลิตของลูกปลานิลสีแดง

3.3.1 ศึกษาต้นทุนการผลิตและเปรียบเทียบในแต่ละอัตราการปล่อยอนุบาล มีวิธีคำนวนตามวิธีของ บัณฑิต (2537) ดังนี้

ต้นทุนการผลิตลูกปลาต่อตัว = (ต้นทุนผันแปร+ ต้นทุนคงที่) ÷ (จำนวนลูกปลาที่ผลิตได้ทั้งหมด)

เมื่อ ต้นทุนผันแปร = ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลา + ค่าอาหาร(พ่อแม่พันธุ์และลูกปลา)+ ค่าปุ๋ย +ค่าไฟฟ้า + ค่าแรงงาน

ต้นทุนคงที่ = ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน

∴ ต้นทุนการผลิตลูกปลา = ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลา + ค่าอาหาร(พ่อแม่พันธุ์และลูกปลา)+ ค่าปุ๋ย +ค่าไฟฟ้า + ค่าแรงงาน + ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลาที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้ง เมื่อเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง ในกระชังและในบ่อซีเมนต์

แม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่ในกระชังแต่ละครั้งมีจำนวน 3-7 ตัว จากการเปิดปากแม่ปลานำไข่ออกมา 16 ครั้ง มีแม่ปลาที่วางไข่เฉลี่ยจำนวน 4.81±1.13 ตัว/ครั้ง ส่วนแม่ปลาที่วางไข่ในบ่อซีเมนต์แต่ละครั้งมีจำนวน 4-8 ตัว คิดเป็นจำนวนวางไข่เฉลี่ย 5.37±1.43 ตัว/ครั้ง (แสดงในตารางที่ 1) คิดเป็นอัตราการวางไข่ในกระชังและในบ่อซีเมนต์เท่ากับ 11.92±2.96% และ 21.40±5.77% ตามลำดับ ปรากฏว่าจำนวนแม่ปลาที่วางไข่ในบ่อซีเมนต์จะมีจำนวนมากกว่าจำนวนแม่ปลาที่วางไข่ในกระชังทุกครั้ง

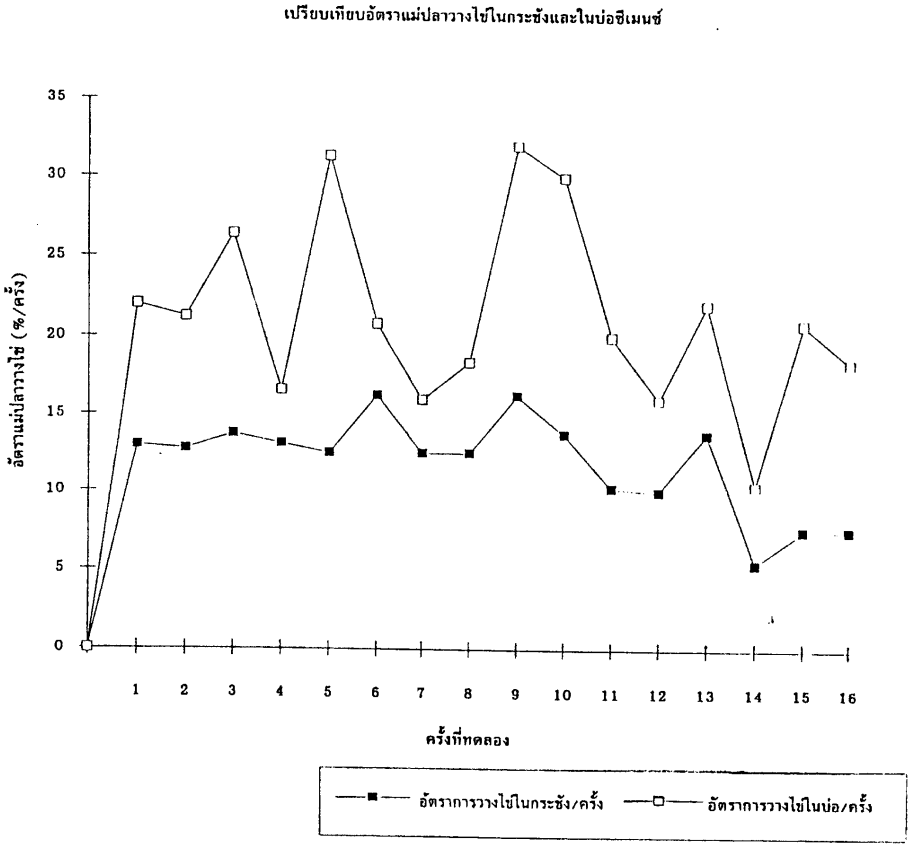
ผลการวิเคราะห์ t-test อัตราการวางไข่เป็นเปอร์เซ็นต์พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยอัตราแม่ปลาที่วางไข่ในบ่อเฉลี่ย ในแต่ละครั้ง 21.40% มีค่ามากกว่าอัตราที่แม่ปลาวางไข่ในกระชังเฉลี่ยแต่ละครั้ง 11.92%

จากผลตารางที่ 1 พบว่าจำนวนไข่ที่ได้จากการเพาะพันธุ์ปลาในกระชัง 16 ครั้ง มีจำนวนไข่ปลาระหว่าง 4,558-22,978 ฟอง/ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 9,786±3,903.29 ฟอง/ครั้ง ส่วนจำนวนไข่ปลาที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีจำนวน 5,512-14,251 ฟอง/ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 10,041± 2767 ฟอง/ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่จากการเพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์ โดยการวิเคราะห์ t-test ของจำนวนไข่ที่ได้ ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 อัตราการวางไข่ของแม่ปลานิลสีแดงและจำนวนไข่/ครั้งเมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์

ครั้งที่เปิดปากแม่ปลา	น้ำหนักแม่ปลาเฉลี่ย(กรัม)	ความยาวแม่ปลาเฉลี่ย (ซม.)	จำนวนปลาที่วางไข่ในกระชัง (ตัว)	จำนวนปลาที่วางไข่ในบ่อ (ตัว)	อัตราการวางไข่ในกระชัง/ครั้ง (%)	อัตราการวางไข่ในบ่อ/ครั้ง (%)	จำนวนไข่/ ครั้ง/ กระชัง(ฟอง)	จำนวนไข่/ครั้ง/บ่อ (ฟอง)
1	284±88.74	28.60±1.39	5.20±1.10	5.50±0.50	13	22	7,852	8,305
2	333±128.20	27.22±3.50	5.10±1.00	5.30±1.00	12.75	21.2	8,160	8,480
3	365±87.75	25.80±2.59	5.50±0.50	6.60±2.00	13.75	26.4	9,405	11,286
4	373.75±231.72	30.12±2.78	5.25±1.48	4.15±1.50	13.13	16.6	22,978	7,263
5	381±88.11	28.28±2.17	5.00±1.00	7.83±1.00	12.50	31.32	9,100	14,251
6	398±26.53	29.54±0.75	6.50±1.80	5.20±1.47	16.25	20.80	11,928	9,542
7	428±139.50	28.44±1.38	5.00±1.00	4.00±1.55	12.50	16	9,250	7,400
8	430±66.83	30.47±2.78	5.00±1.50	4.60±1.36	12.50	18.40	9,355	8,607
9	434±91.29	29.68±1.76	6.50±1.80	8.00±4.15	16.25	32	12,330	15,176
10	442.6±64.02	30.20±0.95	5.50±1.80	7.50±1.00	13.75	30	10,450	14,250
11	468.60±72.83	30.94±1.32	4.10±2.25	5.00±1.50	10.25	20	7,831	9,550
12	460.60±72.83	30.94±1.30	4.00±2.24	4.00±1.55	10	16	7,000	7,800
13	510.25±88.78	31.05±1.10	5.50±1.10	5.50±2.24	13.75	22	11,055	11,055
14	546±1.30	32.60±1.96	2.15±0.45	2.60±3.61	5.38	10.4	4,558	5,512
15	550±1.00	31.50±1.10	3.00±1.10	5.70±1.47	7.50	20.8	6,450	11,180
16	610±152.48	31.38±3.67	3.00±1.22	5.00±1.00	7.50	18.4	8,074	11,000

ภาพที่ 1 แสดงอัตราแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่ในกระชังและในบ่อซีเมนต์



การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ของปลานิลสีแดงด้วยเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่จำนวนต่าง ๆ กัน/กรวย

จากตารางที่ 2 ภาพที่ 2 ผลปรากฏว่าเมื่อใส่ไข่ปลานิลสีแดงจำนวน 10,000, 15,000 และ 20,000 ฟองต่อกรวย 4 ซ้ำการทดลอง ในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นจะได้ลูกปลามีจำนวนเฉลี่ย 7,950±111.81, 9,725±55.90 และ 2,262.50±1,606.77 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการฟักไข่เท่ากับ 79.5%, 64.83% และ 11.31% ตามลำดับ เมื่อใส่ไข่ปลาลงในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง จำนวน 10,000, 15,000 และ 20,000 ฟอง จะฟักออกเป็นตัวลูกปลามีค่าเฉลี่ย 9,550±93.54, 11,687.50±806.52 และ 7,775±1,783.78 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการฟักไข่เป็นตัวเท่ากับ 95.5%, 77.92% และ 38.88% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงจะมีประสิทธิภาพในการฟักไข่ปลานิลสีแดงดีกว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นทุกจำนวนไข่ที่ใส่ในแต่ละกรวย พบว่าจำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่สูงสุด 95.5% แต่จำนวนลูกปลาที่ได้มากที่สุด /กรวยได้จากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงที่ใส่ไข่ปลาจำนวน 15,000 ฟอง/กรวย ได้ลูกปลาเฉลี่ย 11,687.50 ตัว

ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่เป็นเปอร์เซนต์ จากการฟักไข่ปลาในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น โดยใส่จำนวนไข่ปลาอัตราต่าง ๆ กัน คือ 10,000, 15,000 และ 20,000 ฟองต่อกรวย อัตราละ 4 ซ้ำการทดลอง แสดงในตารางที่ 3 ปรากฏว่าอัตราการฟักเป็นตัวของปลา 3 อัตราดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการฟักไข่เฉลี่ยของแต่ละ treatment โดย LSD พบว่า จำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่ 79.5% มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 15,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่ 68.83% ส่วนจำนวนไข่ 20,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่ต่ำที่สุด 11.39% ค่า Covariance มีค่าเท่ากับ 10.43%

ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่เป็นเปอร์เซนต์จากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง โดยใส่ไข่ปลาอัตรา 10,000,15,000 และ 20,000 ฟอง/กรวย อัตราละ 4 ซ้ำการทดลองแสดงในตารางที่ 4 ปรากฏว่าอัตราการฟักไข่ของทั้ง 3 อัตราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการฟักไข่เฉลี่ยโดย LSD พบว่า อัตราการฟักไข่แตกต่างกันทั้ง 3 อัตรา กล่าวคือ จำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่สูงสุด 95.5% จำนวนไข่ 15,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการไข่รองลงมาคือ 77.92% ส่วนจำนวน 20,000 ฟอง/กรวย มีอัตราการฟักไข่ต่ำสุด 38.88%

เมื่อวิเคราะห์ T-test ระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการฟักไข่ของจำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย จากทั้ง 2 ระบบเครื่องฟักคือ ระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) โดยอัตราการฟักไข่เฉลี่ยจากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงมีค่า 95.5% และจากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นมีอัตราการฟักไข่ 79.5% (ตารางที่5)

ผลการวิเคราะห์ T-test ของอัตราการฟักไข่ปลาเฉลี่ย เมื่อใส่ไข่ 15,000 ฟอง/กรวย จากเครื่องฟักไข่ปลาทั้ง 2 ระบบ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 99%โดยมีอัตราการฟักไข่ปลาจากเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงเฉลี่ย 77.92% พบว่าได้ลูกปลาจำนวนมากที่สุด 11,687.5%/กรวย ส่วนอัตราการฟักไข่ปลาจากเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นเฉลี่ย 64.83% (ตารางที่ 5)จากการวิเคราะห์ T-test เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ปลาเฉลี่ยของจำนวนไข่ปลา 20,000 ฟอง/กรวย จากเครื่องฟักไข่ปลาทั้ง 2 ระบบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 99% พบว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงได้อัตราการฟักไข่เฉลี่ย 38.88%ในขณะที่เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นได้อัตราการฟักไข่เฉลี่ย11.31%(ตารางที่ 5)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ปลานิลสีแดงในเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่ปลาจำนวนต่างๆกัน

ซ้ำ การทดลอง	เครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้น			เครื่องฟักไข่ระบบน้ำลง		
	10,000อัตรฟัก%	15,000 อัตราฟัก%	20,000 อัตราฟัก%	10,000 อัตราฟัก%	15,000อัตราฟัก%	20,000 อัตราฟัก%
1	8,000 80	9,750 65	5,000 25	9,500 95	12,250 81.67	9,000 45
2	7,900 79	9,700 64.67	1,800 9	9,700 97	12,000 80	9,300 46.5
3	7,800 78	9,650 64.73	1,250 6.25	9,550 95.5	10,300 68.67	8,000 40
4	8,100 81	9,800 65.33	1,000 5	9,450 94.5	12,200 81.33	4,800 24
จำนวนลูกปลาเฉลี่ย ± SD	7,950±111.81	9,725±55.90	2,262.50±1,606.77	9,550±93.54	11,687.50±806.5	7.775±1,783.78
อัตราการฟักไข่ (%)	79.5	64.83	11.31	95.5	77.92	38.88

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของไข่ปลานิลสีแดงที่ฟักด้วยเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น โดยใส่ไข่ปลาจำนวนต่างๆกัน/กรวย

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	2.0000	10305.4160	5152.708	175.8478*
ERROR	9.0000	263.7188	29.3021	
TOTAL	11.0000	10569.1348		

CV. = 10.43%

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99% LEVEL

NS = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

SORT ON MEAN RANKS

T 01 = 79.5000 a

T 02 = 64.8325 b

T 03 = 11.3125 c

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตราการฟักไข่ปลา ที่ฟักด้วยเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง โดยใส่ไข่ปลาจำนวนต่างๆกัน/กรวย

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	2.0000	6719.8047	3359.90	69.1550**
ERROR	9.0000	437.2656	48.5851	
TOTAL	11.0000	7157.0703		

CV. = 9.85%

* = SINGFICANT AT 95% LEVEL

** = SINGFICANT AT 99% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

SORT ON TREATMENT ARRANGEMENTS

T 01 = 95.5000 a

T 02 = 77.9175 b

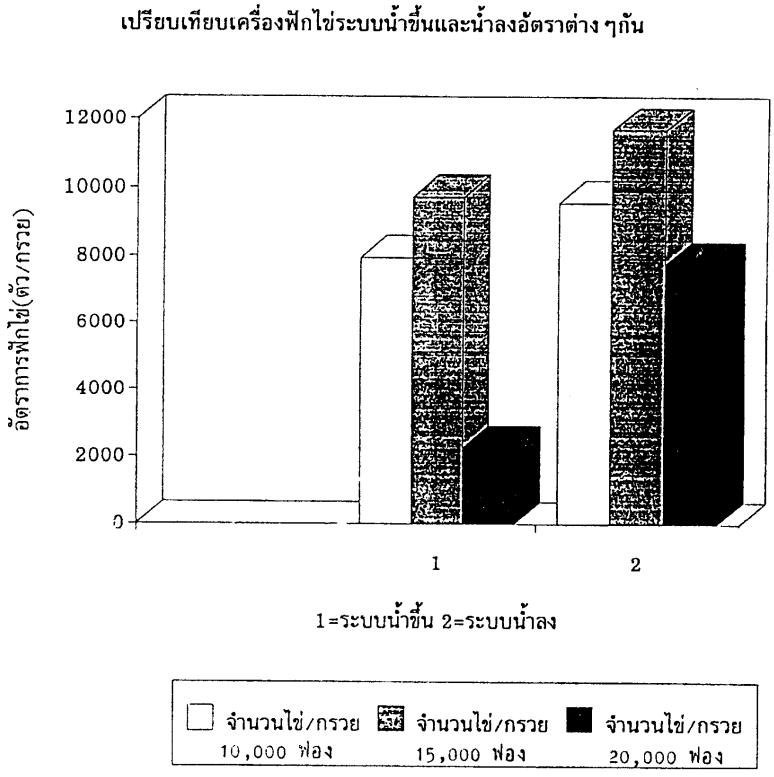
T 03 = 38.8750 c

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ T-test ของอัตราการฟักไข่เฉลี่ยเมื่อใส่จำนวนไข่/กรวย อัตราที่เท่ากัน ในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง

จำนวนไข่ปลา/กรวย (ฟอง)	เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น อัตราการฟัก (%)	เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง อัตราการฟัก (%)	T-test
10,000	79.5	95.5	**
15,000	64.83	77.92	**
20,000	11.31	38.88	**

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลงที่ใส่ไข่ปลาอัตราต่าง ๆ กัน



การทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน

3.1 ผลผลิตของลูกปลานิลสีแดง

ผลการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง(หลังจากถุงไข่แดงยุบหมด)ในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร ด้วยอัตราการปล่อย 400, 500 และ 600 ตัว/ตารางเมตร คือมีจำนวนลูกปลา 20,000, 25,000 และ 30,000 ตัว/บ่อ อัตราละ 4 บ่อ (4 ซ้ำการทดลอง) แสดงในตารางที่ 6 ผลปรากฏว่าอนุบาลลูกปลาเป็นเวลา 15 วัน เมื่ออนุบาล ในอัตรา 400, 500 และ 600 ตัว/ตารางเมตร ได้ลูกปลามีขนาดความยาวและน้ำหนัก 2.55±0.40 เซนติเมตร และ 0.26±0.39 กรัม, 2.51±0.36 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 0.25±0.11 กรัม และมีความยาวและน้ำหนัก 1.8±0.49 เซนติเมตร และ 0.24±0.41 กรัม ตามลำดับ ได้ผลผลิตลูกปลา 19,562.50±188.33, 24,237.50±143.77 และ 21,532±439.52 ตัว/บ่อ ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตาย 97.81%, 96.95% และ 71.77% ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตลูกปลาที่ได้จากการอนุบาลเป็นเวลา 15 วัน (แสดงในตารางที่ 7) ปรากฏว่าอัตราการปล่อยอนุบาลคือ 400 ตัว/ตารางเมตร, 500 ตัว/ตารางเมตร และ 600 ตัว/ตารางเมตร มีผลทำให้ได้ผลผลิตลูกปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) มี Covariance = 1.53% เมื่อนำผลผลิตลูกปลาเฉลี่ยได้เปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ Least Significant Different (LSD) ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าอัตราการปล่อยทั้ง 3 อัตรา ให้ผลผลิตต่างกันทั้ง 3 อัตรา กล่าวคือผลผลิตลูกปลาที่ได้จากการอนุบาลลูกปลาในอัตรา 500 ตัว/ตารางเมตร ได้ผลผลิตสูงสุดคือได้ลูกปลาเฉลี่ยจำนวน 24,237.50 ตัว/บ่อ อัตราการปล่อยอนุบาล 600 ตัว/ตารางเมตร ได้ผลผลิตรองลงมาคือได้ลูกปลาเฉลี่ยจำนวน 21,532 ตัว/บ่อ และอัตราการปล่อยอนุบาล 400 ตัว/ตารางเมตร ได้ผลผลิตต่ำสุดคือได้ลูกปลาเฉลี่ยจำนวน 19,562.50 ตัว/บ่อ

3.2 อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดง

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์แบบหนาแน่น แสดงในตารางที่ 6 ผลปรากฏว่า บ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 400 ตัว/ตรม. มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด 97.81 % รองลงมาคือบ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 500 ตัว/ตรม. มีอัตราการรอดตาย 96.95 % ส่วนบ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 600 ตัว/ตรม มีอัตราการรอดตายต่ำสุด 71.77% ผลจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงด้วยอัตรา การปล่อย 3 อัตรา แสดงในตารางที่ 7.1 ปรากฏว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 400 และ 500 ตัว/ตรม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้ง 2 อัตรานี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P> 0.01$)

ตารางที่ 6 การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน

	อัตราการปล่อยลูกปลาอนุบาล		
	400 ตัว/ตรม	500 ตัว/ตรม	600 ตัว/ตรม
จำนวนลูกปลา/บ่อ (ตัว)	20,000	25,000	30,000
ขนาดลูกปลาที่ได้ (ซม.)	2.55±0.40	2.51±0.36	1.80±0.49
น้ำหนักลูกปลาที่ได้ (กรัม)	0.26±0.39	0.25±0.11	0.24±0.41
ผลผลิตของลูกปลา/บ่อ (ตัว)	19,562.50±188.33	24,237.50±143.77	21,532±439.52
อัตราการรอดตาย (%)	97.81	96.95	71.77

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตลูกปลานิลสีแดงที่ได้จากการอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	2.0000	44072448.0000	22036224.0000	198.8478**
ERROR	9.0000	997376.0000	997376.0000	
TOTAL	11.0000	45069824.0000		

%CV. = 1.53%

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

SORT ON TREATMENT ARRANGMENTS

T01 = 19562.5 c

T02 = 24237.5 a

T03 = 21532.0 b

ตารางที่ 7.1 การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของเรียนซ์อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงที่ได้จากการอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	2.0000	1750.1797	875.0898	1170.8519**
ERROR	9.0000	6.7266	0.7474	
TOTAL	11.0000	1756.9063		

%CV. = 0.97%

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

SORT ON TREATMENT ARRANGMENTS

T01 = 97.8100 a

T02 = 96.9507a

T03 = 71.7725b

3.3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง

คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง(แสดงในตารางที่ 8) ผลปรากฏว่าคุณสมบัติของน้ำทั้งทางฟิสิกส์และเคมีในบ่อปลาที่อนุบาลด้วยอัตราการปล่อย400 และ 500 ตัว/ตารางเมตร มีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่า 8.4 และ 8.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีค่า 3.2 และ 3.3 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) = 7.5 และ 7.6 ส่วนอุณหภูมิของน้ำตลอดการอนุบาล 15 วัน เท่ากันคือประมาณ 29 ความกระด้างน้ำ (Hardness) มีค่า 380 และ 350 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนน้ำในบ่อที่ใช้อนุบาลลูกปลาด้วยอัตราการปล่อย 600 ตัว/ตรม มีคุณสมบัติของน้ำต่างออกไปกล่าวคือ DO = 8 มิลลิกรัม/ลิตร Alkalinity = 320 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนผลของการวัดความโปร่งแสงพบว่า ทั้ง 3 อัตราการปล่อยอนุบาลมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากคือ อัตราการปล่อยอนุบาลลูกปลา 400, 500 และ 600 ตัว/ตรม มีค่าความโปร่งแสงเท่ากัน 35, 50 และ 40 เซนติเมตร แต่ไม่เป็นอันตรายต่อลูกปลา อาจกล่าวได้ว่าน้ำในบ่อที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาทั้ง 3 อัตรา ต่างก็มีคุณสมบัติดีเพียงพอที่จะใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดงในบ่อซีเมนต์โดยใช้อัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน

	อัตราการปล่อยลูกปลาอนุบาล			หมายเหตุ
	400 ตัว/ตรม.	500 ตัว/ตรม.	600 ตัว/ตรม.	
DO (มก./ล.)	8.4	8.2	8.0	
CO_2 (มก./ล.)	3.2	3.3	3.5	
pH	7.5	7.6	7.7	
อุณหภูมิ	29	29	30	
Hardness (มก./ล.)	380	350	330	
Alkalinity (มก./ล.)	340	320	320	
ความโปร่งแสง (ซม.)	35	50	40	

3.4 ต้นทุนการผลิตของลูกปลานิลสีแดง

ผลแสดงในตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตลูกปลา ได้คิดคำนวณต้นทุนตั้งแต่การเพาะพันธุ์ การฟักเป็นตัวของไข่ปลาที่ได้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่1 คือเพาะพันธุ์ปลาในบ่อซีเมนต์ให้ผลดีกว่าในกระชังและการทดลองที่ 2 คือเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงที่ใส่ไข่ปลาจำนวน 15,000 ฟองได้ลูกปลามากที่สุด รวมทั้งการอนุบาลลูกปลาด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน ดังนี้

ต้นทุนการผลิตลูกปลาต่อตัว = (ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลา +อาหารพ่อแม่พันธุ์ + ค่าอาหารลูกปลา + ค่าปุ๋ย + ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ + ค่าไฟฟ้า + ค่าแรงงาน +ค่าเสียโอกาสของเงินที่ลงทุน)÷จำนวนลูกปลาที่ผลิตได้ทั้งหมด

1. **ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลา** แต่ละ Treatment มีพ่อแม่พันธุ์ปลา 620 ตัว (รวมทั้งปลาสำรองที่ใช้ในบ่อซีเมนต์) น้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์ประมาณ 438.94 กรัม ราคาพ่อแม่พันธุ์กิโลกรัมละ 40 บาท คิดเป็นเงิน

$$\frac{620 \times 438.94 \times 40}{1,000} = 10,885.71 \text{ บาท}$$

พ่อแม่พันธุ์สามารถใช้เพาะพันธุ์ในระยะเวลา 18 เดือน = 72 สัปดาห์

ค่าพ่อแม่พันธุ์ทุก 7 วัน คิดเป็นเงิน = $\frac{10,885.71}{72}$ = 151.19 บาท

2. **ค่าอาหารที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์** ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำมีปริมาณโปรตีน 25% ให้พ่อแม่พันธุ์ปลาประมาณ 3% ของน้ำหนักปลา/วัน ราคาอาหารปลา 245 บาท/20 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ให้ทุกช่วง 6 วัน (วันที่ 7 เปิดปากแม่นำไข่ขึ้นฟัก งดอาหาร)

ค่าอาหารที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ คิดเป็นเงิน = $\frac{620 \times 438.94 \times 3 \times 245 \times 6}{1,000 \times 100 \times 20}$ = 600.08 บาท

3. **ค่าอาหารลูกปลาในการอนุบาล** เป็นค่าอาหารสมทบและอาหารธรรมชาติ เช่น ปุ๋ย ดังนี้

3.1 อาหารสมทบ ใช้ปลาป่นผสมรำละเอียดอย่างละ $^1/_2$ กิโลกรัม ให้อาหารลูกปลาประมาณ 10% ของน้ำหนักปลาแต่ละ treatment ในระยะเวลาที่อนุบาลลูกปลา 15 วัน

ปลาป่นกิโลกรัมละ 19 บาท ครึ่งกิโลกรัมราคา = 9.50 บาท

และรำละเอียดกิโลกรัมละ 5.67 บาท ครึ่งกิโลกรัมราคา = 2.84 บาท

อาหาร 1 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน = 9.50+2.8 = 12.34 บาท

- เมื่อปล่อยลูกปลาในอัตรา 400 ตัว/ตรม. = 20,000 ตัว/บ่อ เป็นเวลา 15 วัน

ใช้อาหารสมทบทั้งหมด = 2.8 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน = 2.8x12.34 = 34.55 บาท

- เมื่อปล่อยลูกปลาในอัตรา 500 ตัว/ตรม. = 25,000 ตัว/บ่อ เป็นเวลา 15 วัน
ใช้อาหารสมทบทั้งหมด 3 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน = 3x12.34 = 37.02 บาท

- เมื่อปล่อยลูกปลาในอัตรา 600 ตัว/ตรม. = 30,000 ตัว/บ่อ เป็นเวลา 15 วัน
ใช้อาหารสมทบไปทั้งหมด 3.5 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน = 3.5x12.34 = 43.19 บาท

3.2 **ค่าปุ๋ยทั้งหมด**

ใช้ปุ๋ยนา (สูตร 16-20-0) = 800 กรัม ราคากิโลกรัมละ 12 บาท คิดเป็นเงิน
= 9.60 บาท

ใช้ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) = 800 กรัม ราคากิโลกรัมละ 9 บาท คิดเป็นเงิน
= 7.20 บาท

ใช้ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (สูตร 0-46-0) = 800 กรัม ราคากิโลกรัมละ 10.40 บาท
คิดเป็นเงิน = 8.32 บาท

ใช้อามิ-อามิ 6 ลิตร ราคาลิตรละ 3.50 บาท คิดเป็นเงิน = 21 บาท

คิดเป็นเงินค่าปุ๋ยทั้งหมด = 9.60+7.20+8.32+21 = 46.12 บาท

4. **ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์**

4.1 ค่าเสื่อมราคาของบ่อทดลอง เมื่อใช้เพาะพันธุ์เป็นเวลา 7 วัน และใช้อนุบาลเป็นเวลา 15 วันรวมเป็นเวลาทั้งหมดที่ใช้บ่อต่อครั้ง 22 วัน บ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร มีราคาบ่อละ 5,000 บาท เวลาใช้งาน 15 ปี

$\therefore$ ใช้บ่อเป็นเวลา 22 วัน คิดเป็นเงิน $5{,}000 \times 22/15 \times 365 = 20.09$ บาท

4.2 ค่าเสื่อมราคาของเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงพร้อมปั๊มน้ำ คิดเป็น 10% ต่อปี
ราคาเครื่องฟักไข่ปลาพร้อมปั๊มน้ำชุดละ 5,000 บาท ค่าเสื่อมราคาระยะเวลา 7 วัน
คิดเป็นเงิน = 9.59 บาท

4.3 ค่าเสื่อมราคาของปั๊มลมคิดเป็น 10% ต่อปี ราคาเครื่องปั๊มลมเครื่องละ 1,000 บาท
ใช้อนุบาลลูกปลาครั้งละ 15 วัน คิดเป็นเงิน = 4.11 บาท รวมค่าเสื่อมราคาของ
อุปกรณ์ = 9.59+4.11 = 13.70 บาท

ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ทั้งหมด = 20.09+9.59+4.11 = 33.79 บาท

5. ค่าไฟฟ้า

5.1 ค่าไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำขนาด $^1/_4$ แรงม้า ใช้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 10.50 บาท ระยะเวลาที่ใช้งาน 15 วัน ใช้สำหรับฟักไข่ปลาและอนุบาลลูกปลาในถาด

คิดเป็นเงิน = 157.50 บาท

5.2 ค่าไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำขนาด 1/ 4 แรงม้า ใช้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 10.50 บาท ระยะเวลาที่ใช้งาน 15 วัน ใช้สำหรับอนุบาลลูกปลาในบ่อ

คิดเป็นเงิน = 157.50 บาท

ค่าไฟฟ้าทั้งหมด คิดเป็นเงิน = 157.50+157.50 = 315 บาท

6. **ค่าจ้างแรงงาน** ค่าจ้างแรงงานประจำ 1 คน เป็นเงิน 3,000 บาท/เดือน ระยะเวลาทำงาน 2 ชั่วโมง/วัน/treatment ระยะเวลาปฏิบัติแต่ละครั้งที่เพาะฟักปลานิลสีแดง = 29 วัน คิดเป็นเงิน 725 บาท (ตั้งแต่การเพาะพันธุ์ - การอนุบาลลูกปลา)

ต้นทุนการผลิตของลูกปลา/ตัว ของอัตราการแต่ละ treatment มีดังนี้

treatment ที่ 1. อนุบาลด้วยอัตรา 400 ตัว/ตรม.

ต้นทุนการผลิตทั้งหมด/ครั้ง = 151.19+600.08+34.55+46.12+33.79+315+725

= 1,905.73 บาท

treatment ที่2. อนุบาลด้วยอัตรา 500 ตัว/ตารางเมตร

ต้นทุนการผลิตทั้งหมด/ครั้ง= 151.19+600.08+37.02+46.12+33.79+315+725

= 1,908.2 บาท

treatment 3. อนุบาลด้วยอัตรา 600 ตัว/ตารางเมตร

ต้นทุนการผลิตทั้งหมด/ครั้= 151.19+600.08+43.19+46.12+33.79+315+725

= 1,914.37 บาท

7. **ค่าเสียโอกาสของเงินที่ใช้ลงทุน** ถ้านำเงินไปฝากธนาคารแบบฝากประจำจะได้ดอกเบี้ยร้อยละ 11 ต่อปี

treatmentที่ 1. เมื่ออนุบาลลูกปลา 400ตัว/ตรม. (ใช้เวลาในการเพาะฟักและอนุบาลลูกปลา 29 วันต่อครั้ง) ใช้เงินลงทุน 1,905.73 บาท จะได้ดอกเบี้ย 16.66 บาท = ค่าเสียโอกาสของเงินทุน

treatmentที่ 2. เมื่ออนุบาลลูกปลา 500 ตัว/ตรม. เป็นเวลา 29 วัน ใช้เงินลงทุน 1,908.20 บาท จะได้ดอกเบี้ย 16.68 บาท

treatmentที่ 3. เมื่ออนุบาลลูกปลา 600 ตัว /ตรม. เป็นเวลา 29 วัน ใช้เงินลงทุน 1,914.37 บาท จะได้ดอกเบี้ย 16.68 บาท

∴ ต้นทุนการผลิตทั้งหมดเมื่ออนุบาลลูกปลา 400ตัว/ตรม./ครั้ง 1,905.73+16.66

= 1,922.39 บาท

อนุบาลลูกปลาได้ 19,562.50 ตัว

∴ ต้นทุนการผลิตลูกปลา/ครั้ง/ตัว = 1,922.39/19,562.50=0.098=0.10 บาท (10สตางค์)

ราคาลูกปลาตัวละ 20 สตางค์ ∴ มีกำไรตัวละ 10 สตางค์

ต้นทุนการผลิตทั้งหมดเมื่ออนุบาลลูกปลา 500ตัว/ตรม./ครั้ง =1,908.2 +16.68

= 1,924.88 บาท

อนุบาลได้ลูกปลา 24,237.50 ตัว/ครั้ง

∴ ต้นทุนการผลิตลูกปลา/ครั้ง/ตัว =1,924.88/24,237.50 =0.079 = 0.08 บาท (8 สตางค์)

ราคาลูกปลาตัวละ 20 สตางค์ ∴ กำไรตัวละ 12 สตางค์

เมื่ออนุบาลลูกปลา 600 ตัว/ตรม. ได้ลูกปลา 21,532 ตัว/ครั้ง

∴ ต้นทุนาการผลิตลูกปลาทั้งหมด/ครั้ง = 1,914.37+ 16.77

= 1,931.14 บาท

∴ ต้นทุนการผลิตลูกปลา/ครั้ง/ตัว = 1,931.14/21,532 = 0.089 = 0.09 บาท (9 สตางค์) ราคาลูกปลาตัวละ 20 สตางค์ ∴ มีกำไรตัวละ 11 สตางค์

จะเห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตของลูกปลานิลสีแดงขนาด 2-3 เซนติเมตร โดยอัตราการปล่อย 500 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนต่ำสุดคือต้นทุนตัวละ 0.08 บาท (8 สตางค์)มีกำไรตัวละ 12 สตางค์ และอัตราการปล่อย 400 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนสูงสุด กล่าวคือต้นทุนตัวละ 0.10 บาท (10 สตางค์)มีกำไร 10 สตางค์

ตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตลูกปลานิลสีแดงจากการเพาะพันธุ์ ฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลจนกระทั่ง อนุบาลด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กันต่อครั้ง

ต้นทุนการผลิต/ครั้ง (บาท)	อัตราการปล่อยอนุบาล (ตัว/ตรม.)		
	400(20,000ตัว/บ่อ)	500(25,00ตัว/บ่อ)	600(30,000ตัว/บ่อ)
ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลานิลสีแดง	151.19	151.19	151.19
ค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	600.08	600.08	600.08
ค่าอาหารลูกปลาในการอนุบาล	34.55	37.02	43.19
ค่าปุ๋ยทั้งหมด	46.12	46.12	46.12
ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์	37.90	37.90	37.90
ค่าไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำและเครื่องปั๊มลม	315	315	315
ค่าจ้างแรงงาน	725	725	725
ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	16.69	16.71	16.77
ต้นทุนการผลิตลูกปลา/ครั้ง	**1,926.53**	**1,929.02**	**1,935.25**
ต้นทุนการผลิตลูกปลา/ครั้ง/ตัว	**0.10**	**0.08**	**0.09**
กำไรลูกปลา/ตัว	**0.10**	**0.12**	**0.11**

วิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้ง เมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์

จำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่ทุก ๆ 7 วัน คิดเฉลี่ยจากการเพาะพันธุ์ 16 ครั้ง (แสดงในตารางที่ 1) แม่ปลาที่วางไข่เมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและในบ่อซีเมนต์มีจำนวนเฉลี่ย/ครั้ง = 4.81±1.13 ตัว/ครั้ง และ 5.37±1.43 ตัว/ครั้ง ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการวางไข่ = 11.92±2.96 % และ 21.40±5.77% ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ T-test ระดับความเชื่อมั่น 99% จะเห็นได้ว่าจำนวนแม่ปลาที่วางไข่ในบ่อซีเมนต์จะมีมากกว่าในกระชังทุกชุดการทดลอง จำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้งทั้งในกระชังและในบ่อซีเมนต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวนไข่ปลาเฉลี่ย 9,786±3,903.29 และ 10041.06± 2767 ฟอง/ครั้ง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าไม่จำเป็นต้องสร้างกระชังในบ่อซีเมนต์เพราะเป็นการสิ้นเปลืองและไม่คุ้มค่า แต่ถ้าแขวนกระชังในบ่อดิน(ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดอุดร, 2534)พบว่าอัตราการวางไข่ของแม่ปลานิลจะมีค่าเฉลี่ย 43.0%/กระชัง/ครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม่ปลาวางไข่ได้มากกว่าการวางไข่ของแม่ปลาในบ่อซีเมนต์ของงานวิจัยนี้

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ของปลานิลสีแดงด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง

จากผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2,3และ 4 อาจกล่าวได้ว่าเครื่องฟักไข่ปลานิลทั้งระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง และอัตราของไข่/กรวยทั้ง 3 อัตรา มีผลทำให้การฟักของไข่ปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) และทั้ง 2 ปัจจัยซึ่งมีผลให้จำนวนลูกปลาที่ฟักจากไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) คือ เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลงมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น กล่าวคือฟักไข่ได้ดีกว่าเครื่องฟักไข่ระบบน้ำขึ้นทุกอัตราการใส่ไข่/กรวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น99 % เนื่องจากน้ำที่ไหลจากด้านบนลงก้นกรวยรูปตัววี(v)ของถังให้น้ำไก่มีความลาดเอียงเป็นการพัฒนารูปแบบของกรวยฟักไข่ปลาจากเดิมซึ่งก้นกรวยเป็นรูปตัวยู (u) ทำให้ไข่ปลาสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงภายในก้นกรวยได้สะดวกและมีอัตราการฟักไข่ปลาสูงกว่าฟักไข่ระบบน้ำขึ้นซึ่งน้ำที่ไหลจากด้านล่างผ่านก้นกรวยเป็นระยะๆ ทำให้ไข่ปลาเคลื่อนที่ขึ้นลงไม่หมด มีไข่ปลาบางส่วนกองบริเวณก้นกรวย ทำให้มีอัตราการฟักไข่ปลาต่ำลง จะเห็นได้ว่าจำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย ของเครื่องฟักไข่ระบบน้ำลงมีอัตราการฟักไข่สูงสุด 95.5%

(ได้ลูกปลาเฉลี่ย 9,550±93.54 ตัว/กรวย) แต่จำนวนลูกปลา/กรวย ได้มากที่สุดเมื่อใส่ไข่จำนวน 15,000 ฟอง ในเครื่องฟักไข่ระบบน้ำลงคือได้จำนวนลูกปลาเฉลี่ย 11,687.50±806.52 ตัว/กรวย ส่วนที่มีอัตราการฟักไข่ต่ำสุดและได้จำนวนลูกปลาน้อยที่สุดคือกรณีที่ใส่ไข่จำนวน 20,000 ฟอง ในเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น มีอัตราการฟักไข่ 11.31% ได้จำนวนลูกปลาเฉลี่ย 2,262.50±1,606.77 ตัว จากผลการวิเคราะห์ T-test อาจกล่าวได้ว่า ทั้งเครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้นทั้ง 3 อัตรา จำนวนไข่/กรวยและเครื่องฟักไข่ระบบน้ำลงมีความแตกต่างกันทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 99%เมื่อเปรียบเทียบจำนวนลูกปลาเฉลี่ยที่ได้ ผลการทดลองที่ได้นี้แตกต่างไปจาก จิรชัย และคณะ (2535) รายงานว่า การฟักไข่ปลานิลโดยใช้ภาชนะฟักไข่เป็นรูปฐานทรงกลมบรรจุน้ำ 1 ลิตร พบว่าทั้ง 2 ระบบ ในระดับความหนาแน่น 1,000-20,000 ฟอง หรือตัว/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ระบบฟักไข่แบบน้ำลง จะมีความสะดวกในการใช้งานได้ดีกว่า ผลการทดลองที่ได้แตกต่างกันอาจเนื่องมาจาก ภาชนะที่ใช้ฟักไข่ของงานวิจัยนี้มีรูปเป็นตัววี (V) ในเครื่องฟักระบบน้ำขึ้น ส่วนเครื่องฟักระบบน้ำลง ได้ใช้ภาชนะให้น้ำไก่ซึ่งมีรูปฐานลาดเอียงเล็กน้อย (ตามภาพที่ 5 และ6) ซึ่งทำการไหลเวียนของน้ำในแต่ละกรวยทั้ง 2 แบบ สามารถทำให้ไข่ปลาวนขึ้นลงได้โดยสะดวกกว่าภาชนะที่มีรูปฐานทรงกลมทำให้ได้อัตราการฟักเป็นตัวที่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่างๆ กัน

3.1 ผลผลิตของลูกปลานิลสีแดง

จากผลการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง หลังจากถุงไข่แดงยุบหมดแล้วในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตาราง-เมตร ด้วยอัตราการปล่อย 400, 500 และ 600 ตัว/ตารางเมตร แสดงในตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าหลังอนุบาลลูกปลา 15 วัน ได้ลูกปลามีขนาด 2.55±0.40, 2.51±0.36 และ 1.80±0.49 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีน้ำหนัก 0.26±0.39, 0.25±0.11 และ 0.24±0.41 กรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตลูกปลาที่ได้ (แสดงในตารางที่ 8) พบว่าอัตราการปล่อยอนุบาลทั้ง 3 อัตรา ดังกล่าวมีผลทำให้ได้ผลผลิตลูกปลาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Different Test (LSD) พบว่าอัตราการปล่อยอนุบาลที่ 3 อัตรา มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ อัตราการปล่อยอนุบาล 500 ตัว/ตารางเมตร ให้ผลผลิตสูงสุดได้ลูกปลาจำนวน 24,237.50±143.77 ตัว/บ่อ คิดเป็นอัตราการรอดตาย 96.95% อัตราการปล่อยอนุบาล 600 ตัว/ตารางเมตร ได้ผลผลิตรองลงมาคือได้ลูกปลา 21,532±439.52 ตัว/บ่อ คิดเป็นอัตราการรอดตายต่ำที่สุดคือ 71.77% และอัตราการปล่อยอนุบาล 400 ตัว/ตารางเมตร ได้ผลผลิตลูกปลาต่ำสุดคือได้ลูกปลาเฉลี่ย จำนวน

19,562.50±188.33 ตัว/บ่อ คิดเป็นอัตราการรอดตายสูงที่สุด คือ 97.81% จะเห็นได้ว่าอัตราการปล่อย 500 ตัว/ตารางเมตร ดีที่สุด คือให้ผลผลิตลูกปลาจำนวนมากที่สุด

3.2 อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดง

จากผลอัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์แบบหนาแน่น แสดงในตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าบ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 400 ตัว/ตรม. มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด 97.81 % เนื่องจากมีอัตราการที่อนุบาลลูกปลาต่ำสุด รองลงมาคือบ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 500 ตัว/ตรม. มีอัตราการรอดตาย 96.95 % ส่วนบ่อที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 600 ตัว/ตรม มีอัตราการรอดตายต่ำสุด 71.77% เนื่องจากมีอัตราการที่อนุบาลลูกปลาสูงสุด จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์และ LSD อัตราการรอดตายของลูกปลานิลสีแดงด้วยอัตรา การปล่อย 3 อัตรา แสดงในตารางที่ 7.1 จะเห็นได้ว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาที่อนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 400 และ 500 ตัว/ตรม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้ง 2 อัตรานี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

3.3 คุณสมบัติของน้ำทางฟิสิกส์ และเคมีที่ ใช้ ในการอนุบาลลูกปลานิลสีแดง

จากผลของคุณสมบัติน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาทั้ง 3 อัตราการปล่อย (ดังแสดงในตารางที่ 8) อาจกล่าวได้ว่าน้ำทั้ง 3อัตราการปล่อยอนุบาลมีคุณสมบัติดีเหมาะสมกับการอนุบาลลูกปลา เพียงแต่บ่อที่ ปล่อยลูกปลาหนาแน่นกว่า เช่น 600ตัว/ตารางเมตร คุณสมบัติน้ำด้อยกว่าบ่อปลาที่ปล่อยอนุบาลลูกปลาหนาแน่นน้อยกว่า แต่ก็ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ทำให้ปลามีอันตราย

3.4 ต้นทุนการผลิตลูกปลานิลสีแดง

จากผลของต้นทุนการผลิตลูกปลานิลสีแดงได้คำนวณต้นทุนตั้งแต่การเพาะพันธุ์ การฟักเป็นตัวด้วย เครื่องฟักไข่ปลาที่ได้ผลดีที่สุด จากการทดลองที่ 1 และที่ 2 รวมทั้งการอนุบาลด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน ตามตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าการอนุบาลลูกปลาด้วยอัตรา 500 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนการผลิตลูกปลาที่ต่ำสุดคือต้นทุนตัวละ 0.08 บาท/ครั้ง (8 สตางค์/ครั้ง) มีกำไรตัวละ 12 สตางค์ และการอนุบาลลูกปลาด้วยอัตราการปล่อย 400 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนการผลิตสูงสุดคือต้นทุนตัวละ 0.10 บาท/ครั้ง (10 สตางค์/ครั้ง) มีกำไรตัวละ 10 สตางค์ ส่วนอัตราการปล่อย 600 ตัว/ตารางเมตร มีต้นทุนการผลิตตัวละ 0.09 บาท/ครั้ง (9 สตางค์/ครั้ง) มีกำไรตัวละ 11 สตางค์

สรุปผล

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแม่ปลานิลสีแดงที่วางไข่และจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางแต่ละครั้ง เมื่อเพาะพันธุ์ในกระชังและบ่อซีเมนต์

1.1 แม่ปลาที่วางไข่ในกระชังและในบ่อซีเมนต์ โดยวิธีนำไข่ออกจากปากแม่ปลา16ครั้ง ได้จำนวนเฉลี่ย 4.81±1.13 ตัว/ครั้ง และ 5.37±1.43 ตัว/ครั้ง คิดเป็นอัตราการวางไข่ 11.92±2.96% และ 21.40±5.77%ตามลำดับ อัตราการวางไข่เป็นเปอร์เซ็นต์มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระดับความชื่อมั่น 99% จากการวิเคราะห์T-test

1.2 จำนวนไข่ปลาที่ แม่ปลาวางแต่ละครั้งที่เปิดปากแม่ปลา ที่เพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ มีจำนวนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์T-test ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่ในบ่อซีเมนต์และกระชัง = 10041.06± 2767 และ 9,786±3,903.29 ฟอง/ครั้ง

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการฟักไข่ของปลานิลสีแดงด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นและระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่กรวยจำนวนต่างๆ กัน

2.1เครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำลงมีประสิทธิภาพดีและสะดวกในการปฏิบัติงานมากกว่าเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นทุกอัตราการฟักไข่/กรวย

2.2 ลูกปลาที่ฟักจากไข่ได้จำนวนมากที่สุด คืออัตราการใส่ไข่ปลา 15,000 ฟอง/กรวย ในเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำลงได้ลูกปลาเฉลี่ย 11,687.50±806.52 ตัว/กรวย คิดเป็นอัตราการฟัก 77.92%

2.3 จำนวนไข่ 10,000 ฟอง/กรวย ของเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำลงมีอัตราการฟักไข่สูงสุดคือ95.5% แต่ไม่ได้ให้ผลผลิตสูงสุดด้วยคือได้ลูกปลา 9,550±93.54 ตัว/กรวย

2.4 จำนวนไข่ 20,000 ฟอง/กรวย ในเครื่องฟักไข่ปลานิลระบบน้ำขึ้นมีอัตราการฟักต่ำสุด และได้ผลผลิตลูกปลาต่ำสุดคือ 11.31% ได้ลูกปลาเฉลี่ย 2,262.50±1,606.77 ตัว/กรวย ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราการปล่อยต่าง ๆ กัน

อัตราการปล่อยลูกปลาอนุบาล จำนวน 500 ตัว/ตารางเมตร ให้ผลผลิตลูกปลาจำนวนมากที่สุด คือ 24,237.50 ตัว/ครั้ง โดยมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดประมาณ 0.08 บาท/ครั้ง/ตัว (8 สตางค์/ครั้ง/ตัว) มีกำไรตัวละ 12 สตางค์ อัตราการรอดตาย 96.95% ส่วนอัตราการปล่อยลูกปลาอนุบาล 400 ตัว/ตารางเมตร ให้ผลผลิตลูกปลาต่ำ ที่สุดได้จำนวนลูกปลา เฉลี่ย 9,562.50±188.33 ตัว/ครั้ง มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุดประมาณ 0.10 บาท/ครั้ง/ตัว) มีกำไรตัวละ 10 สตางค์ มีอัตราการ รอดตายสูงสุด 97.81% และการอนุบาลลูกปลาในอัตรา 600 ตัว/ตารางเมตร ให้ผลผลิตลูกปลา 21,532±439.52 ตัว/ครั้ง มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 0.09 บาท/ครั้ง/ตัว มีกำไรตัวละ 11 สตางค์และมีอัตราการรอดตายต่ำสุด 71.77%

ข้อเสนอแนะจากการทดลอง

1. การเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง โดยนำไข่ปลาออกจากแม่ปลาไปฟักด้วยเครื่องฟักไข่ปลานิล ควรเพาะพันธุ์พ่อแม่ปลาในบ่อซีเมนต์ โดยไม่ต้องแขวนกระชังภายในบ่อ

2. ควรใช้เครื่องฟักปลานิลระบบน้ำลงในอัตรา 15,000 ฟองต่อกรวย จะได้ปริมาณลูกปลามากที่สุด (11,687.50 ตัว/กรวย)

3. การอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในบ่อซีเมนต์ควรใช้อัตราการปล่อย 500 ตัว/ตรม. จะได้ผลผลิตสูงสุด

4. น่าจะทำการทดลองอนุบาลลูกปลานิลสีแดงในอัตรา 500 ตัว/ตรม.ในบ่อซีเมนต์ โดยใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

จิรชัย จันทนะ, ปกรณ์ ทิพย์ชาติ และ นิพนธ์ ศิริพันธ์. 2535. การศึกษาประสิทธิภาพของระไข่ปลานิลแบบน้ำขึ้นและแบบน้ำลง (บทคัดย่อ) รายงานประจำปีศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 68.

บัณฑิต มงคลวีราพันธ์. 2537. การผลิตและการตลาดพันธุ์สัตว์น้ำที่สำคัญของประเทศไทย กลุ่มงานวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 2 (การประมง) กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 83 หน้า.

พรรณศรี จริโมภาส,ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และ อนุสิน อินทร์ควร. 2536. ชีววิทยาการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 141. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง. 31 หน้า.

ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี 2534. การผลิตลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) โดยวิธีนำไข่/ลูกปลาออกจากปากแม่ปลามาฟักและอนุบาล (บทคัดย่อ) รายงานประจำปี. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 143-145.

Fitzgerald, Jr. and J. William. 1979. The red orange tilapia a hybrid that could become a world favorite. Fish Farming International. 6(2):26-27.

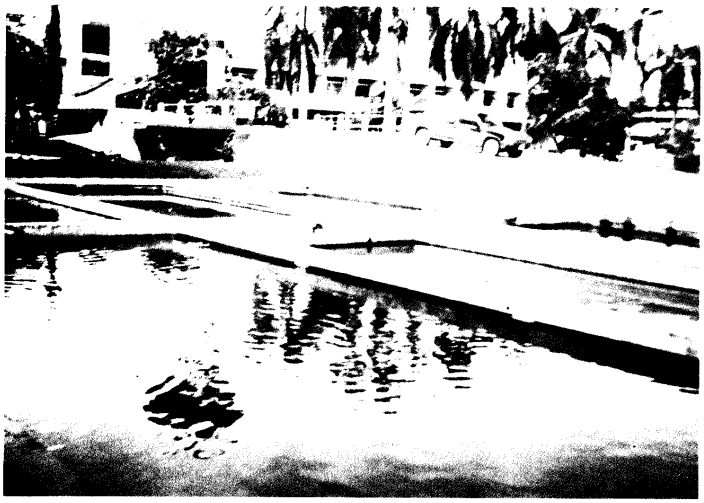
Little, D.C. and P. Edwards. 1986. Size, Sex ratio and stage of maturity of 17α Methyltestosterone and progesterone treated Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* reared in earth ponds. Division of Agriculture and Food Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok:Thailand. 9p.

Macintosh, D.J. 1992. A summary of workshop on tilapia hatchery technology. Intensive production of all-male *Oreochromis niloticus*. Malacco, Malasia: 18-22.

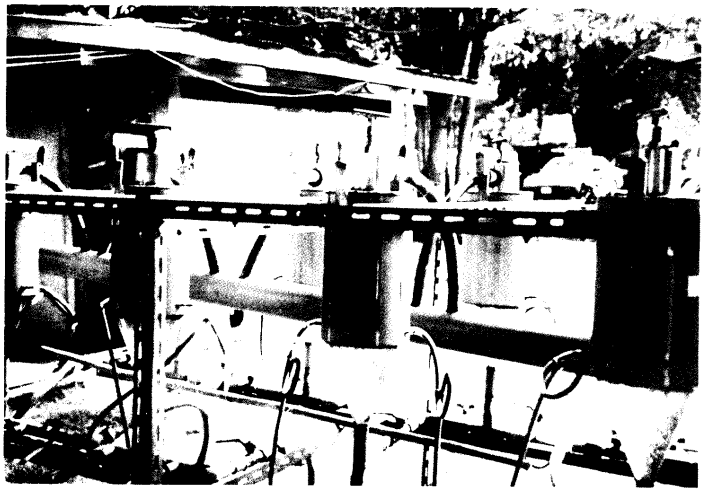
Redmayne, Peter. 1989. U. S. fish farmers bet big or tilapia. Seafood Leader September-October: 111-116.

Swingle, H. S. 1969. Methods of Analysis for Water, Organic Matter, and Pond Bottom Soil Used in Fisheries Research. Auburn University International Center for Aquaculture. 119 p.

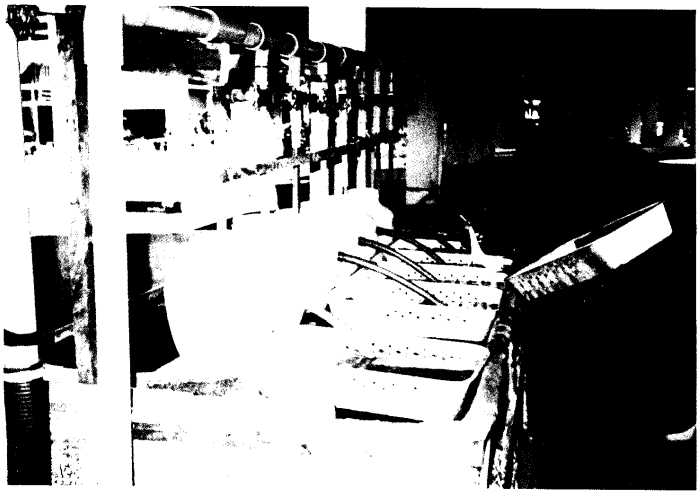
ภาพที่ 3 บ่อซีเมนต์และกระชังที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดง



ภาพที่ 4 บ่อซีเมนต์สำหรับการอนุบาลลูกปลานิลสีแดงแบบหนาแน่นในอัตราต่าง ๆ กัน



ภาพที่ 5 เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำขึ้น เมื่อใส่ไข่ปลานิลสีแดงจำนวนต่าง ๆ กัน/กรวย



ภาพที่ 6 เครื่องฟักไข่ปลาระบบน้ำลง เมื่อใส่ไข่ปลานิลสีแดงจำนวนต่าง ๆ กัน/กรวย