สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2544

เรื่อง

ความเป็นไปได้ในการผลิตไข่พักไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นการค้า

Feasibility of Commercial Produced on Ephippium Egg of Water flea (*Moina macrocopa*).

โดย

นางสาวสุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

นางสาวจตุพร บัณฑิต

ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

รศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

กรุงเทพฯ 10520

พ.ศ. 2544

RCH
Q4
444
B83
ร.น.51
เลขหมู่.....
54562
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี 21 ม.ค. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b11206853
b.....
i.....

บทคัดย่องานวิจัย

เรื่อง

ความเป็นไปได้ในการผลิตไข่พักไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นการค้า

Feasibility of Commercial Produced on Ephippium Egg of Water flea (*Moina macrocopa*)

การศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตไข่พักไรแดงเป็นการค้าโดยทำการศึกษาถึงระดับคุณภาพน้ำช่วงที่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พักของไรแดง และทดลองควบคุมปัจจัยคุณภาพน้ำต่าง ๆ เพื่อให้ไรแดงสร้างไข่พัก ผลการศึกษาคือ คุณภาพน้ำช่วงที่ไรแดงสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างไข่พัก มีค่าคุณภาพน้ำต่าง ๆ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.98-7.17 ไนเตรท 1.346-2.595 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.135-0.150 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 8.59-12.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 2.520-2.856 มิลลิกรัมต่อลิตร soluble reactive phosphorus 2.540-2.849 มิลลิกรัมต่อลิตร และออกซิเจนละลายน้ำ 0.48-0.84 มิลลิกรัมต่อลิตร

อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่เลี้ยงในที่ที่ได้รับแสงแตกต่างกัน คือ ไม่ได้รับแสง ได้รับแสงธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ และ รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา พบว่าในชุดทดลองที่เลี้ยงโดยได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลามีการสร้างไข่พักจำนวนมากที่สุด ส่วนในชุดที่ได้รับแสงจากธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการสร้างไข่พักเร็วที่สุด

การเลี้ยงไรแดงที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกันคือ อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม) 13, 14, 15, 16, และ 17 องศาเซลเซียส พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 15 และ 17 องศาเซลเซียส ไรแดงสร้างไข่พักได้มากใกล้เคียงกัน และเปอร์เซ็นต์ในการฟักของทั้งสองระดับอุณหภูมินี้ยังให้ค่าสูงใกล้เคียงกัน การเลี้ยงไรแดงที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างกันพบว่าที่ระดับพีเอช 7.25 ไรแดงมีอัตราการสร้างไข่พักสูงที่สุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงไรแดงที่ระดับแอมโมเนียแตกต่างกันพบว่าที่ระดับแอมโมเนีย 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ไรแดงมีการสร้างไข่พักมากที่สุดคือ 65 เปอร์เซ็นต์

การฆ่าเชื้อไข่พักไรแดงด้วยฟอร์มาลินพบว่าระดับที่เหมาะสมคือ 100-150 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นเวลา 30-90 นาที ส่วนที่ระดับความเข้มข้นสูงและใช้เวลานานทำให้อัตราฟักของไข่พักลดลง การฟักของไข่พักที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 0-6 เดือน พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่พักมากขึ้น อัตราฟักจะลดลง โดยชุดควบคุม (ทำการฟักทันทีหลังเก็บไข่พัก) มีอัตราฟักสูงที่สุดคือ 70.4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บไข่พักไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน อัตราการฟักลดลงเหลือ 36.2 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในผลิตไข่พักไรแดงเป็นการค้า โดยควบคุมระดับแอมโมเนีย พีเอช อุณหภูมิ แสง ในการเลี้ยงไรแดงให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ไรแดงจะทำการสร้างไข่พักได้จำนวนมากและเร็ว และสามารถเก็บรักษาไข่พักให้ปลอดเชื้อได้โดยวิธีการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Feasibility of Commercial Produced on Ephippium Egg of Water flea (*Moina macrocopa*)

The suitable conditions for commercial production of ephippium egg of water flea can be determined by study of the water quality. The results are pH 6.98-7.17, nitrate 1.346-2.595 mg/l, nitrite 0.135-0.150 mg/l, ammonia 8.59-12.97 mg/l, phosphorus 2.520-2.856 mg/l, soluble reactive phosphorus 2.540-2.849 mg/l, and dissolved oxygen 0.48-0.84 mg/l.

The ephippium egg production rate in the treatment under continuous fluorescent light (24 hours) is higher than other treatments under dark condition, 50% natural light and 100% natural light respectively. Under 100% natural light, Water flea can produce the ephippium egg before the others.

Water fleas cultured at 15 ^{0}C and 17 ^{0}C have higher ephippium egg production rate and hatching rate than those cultured at room temperature, 13, 14, and 16 ^{0}C. According to the pH and ammonia treatments, the highest ephippium egg production rates are at pH 6.25 (40%) and 10 mg/l of ammonia (65%).

Immersion Ephippium eggs in formalin (100-150 mg/l) is the best process to remove bacteria before hatching. The hatching rate of ephippium eggs depends on storage time; longer storage causes lower hatching rate. At the beginning of the study, the hatching rate of ephippium eggs is 70.4% and reduces to 36.2 % after 6 months.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นไปได้ในการผลิตไข่พักไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นการค้า

Feasibility of Commercial Produced on Ephippium Egg of Water flea (*Moina macrocopa*).

คำนำ

ไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปลาปอมปาดัวร์ ปลาบึก ปลาดุก ปลากัด ปลากระพงขาว ปลาเทโพ เทพา และลูกกบเป็นต้น การใช้ไรแดงเป็นอาหารยังสามารถทำให้จัดการคุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลหรือบ่อเลี้ยงได้ง่าย ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมไรแดงมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งเพศเมียสามารถผลิตลูกได้คราวละจำนวนมาก จึงทำให้สามารถเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว แต่ถ้าสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม ไรแดงเพศเมียจะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งจะผลิตไข่พักที่มีลักษณะเป็นฝักไข่ (ephippium egg) เพียง 2 ฟอง และปล่อยไข่พักลงในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ไข่พักจะคงอยู่ได้เป็นเวลานานและฟักเป็นตัวเมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ในอดีตมีผู้สนใจศึกษาหรือให้ความสำคัญกับการนำไข่พักไปเป็นหัวเชื้อสำหรับการผลิตครั้งต่อไปน้อยมาก ส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีเดิมคือนำพ่อแม่พันธุ์ที่มีชีวิตไปเพาะขยายพันธุ์ต่อ เพราะเดิมพ่อแม่พันธุ์ที่มีชีวิตสามารถเก็บรวบรวมจากธรรมชาติได้โดยง่าย (กรมประมง, 2538)

ปัจจุบันพบว่าการผลิตไรแดงทั้งแหล่งที่ผลิตไรแดงเป็นการค้าโดยตรง หรือแหล่งที่ผลิตเพื่ออนุบาลสัตว์น้ำในฟาร์มมักประสบปัญหาคือ ได้ผลผลิตของไรแดงไม่แน่นอน ไม่ประสบผลสำเร็จในการผลิต ประสบปัญหาการขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ในการผลิต โดยเฉพาะพ่อแม่พันธุ์ที่เคยในมีธรรมชาติก็สูญหายไปเพราะสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง รวมทั้งปัญหาความไม่สะดวกในการขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงที่มีชีวิตมาจากฟาร์มเพาะไรแดงแหล่งอื่น จึงทำให้ไม่สามารถผลิตไรแดงได้ หรือผลิตได้แต่ไม่เพียงพอต่อความต้องการอีกทั้งการเพาะเลี้ยงในปัจจุบันซึ่งใช้แพลงก์ตอนเป็นอาหารนั้นวิธีการเพาะมักยังไม่มีความสะอาดพอ มีแพลงก์ตอนชนิดอื่นปนเปื้อนรวมถึงมีเชื้อโรคปะปน ทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่กินไรแดงเข้าไป (กรมประมง, 2538) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งหวังที่จะทราบถึงปัจจัยด้านคุณภาพน้ำและหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไรแดงเพื่อเป็นแนวทาง ในการผลิตไรแดงให้ได้คุณภาพดี มีจำนวนมาก สะอาด ตลอดจนหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของไรแดงเพื่อค้นหาเทคนิคและแนวทางในการผลิตและเก็บรักษาไข่พักไรแดงไว้เป็น หัวเชื้อเพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์และแก้ปัญหาการบอบช้ำของพ่อแม่พันธุ์ไรแดงจากการขนส่งเพื่อช่วยให้การผลิตไรแดงมีผลผลิตสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตไรแดง
2. ศึกษาคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของไรแดง
3. ศึกษาการสร้างไข่พักของไรแดงที่ปัจจัยคุณภาพน้ำระดับต่าง ๆ
4. ศึกษาเทคนิคและแนวทางในการผลิตไข่พักไรแดงที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเป็นหัวเชื้อสำหรับการทำ pure culture ที่มีคุณภาพ ไม่มีเชื้อโรคปนเปื้อน และผลิตได้ทุกฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นอาหารธรรมชาติสำหรับสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยไรแดงประกอบด้วยความชื้น 94.67 % โปรตีน 74.10 % ไขมัน 10.18 % เถ้า 3.46 % และคาร์โบไฮเดรท 12.25 % (สันทนา, 2524) จึงมีผู้นิยมนำมาใช้เป็นอาหารอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เพราะทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดีและง่ายต่อการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อ ในอดีตไรแดงได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติ แต่ปัจจุบันปริมาณที่ได้ไม่เพียงพอกับความต้องการจึงได้มีการเพาะเลี้ยงไรแดงขึ้น (กรมประมง, 2538) โดยอาหารของไรแดงในธรรมชาติได้แก่ โปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชเช่น *Euglena, Chlorella* (Stuart and Benta, 1931; Pennak, 1958) จากการทดลองเลี้ยงไรแดงพบว่าไรแดงไม่เลือกชนิดอาหาร โดยมันจะกรองสิ่งที่มีขนาดเล็กในน้ำทุกอย่างเข้าปาก การเลี้ยงไรแดงพบว่าไรแดงตัวเมียมีวงจรชีวิต 4-13 วัน โดยจะให้ลูกรุ่นแรกเมื่อแม่มีอายุระหว่าง 1-5 วัน จำนวนลูกอ่อนที่ผลิตได้ต่อ 1 แม่ มีตั้งแต่ 12-13 ตัว (สันทนา, 2529), 20 ตัว (ลัดดา และคณะ, 2524) และ 32 ตัว (Goulden, 1968) โดยตัวแม่จะให้ลูกอ่อนทุก 1.2-1.3 ชั่วโมง โดยตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสามารถให้ลูกได้ตั้งแต่ 5-13 รุ่น (สันทนา, 2529) และเมื่อประชากรหนาแน่น อาหารลดลง อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส พีเอชต่ำกว่า 6 ฯล ก็จะมีการเกิดฝักไข่ขึ้น โดยฝักไข่นี้เมื่อทำให้แห้งสนิทสามารถเก็บได้เป็นเวลานาน และเมื่อนำไปใส่ในบ่อเลี้ยงฝักไข่ก็จะฟักเป็นตัวอ่อนภายใน 2-3 วัน (Hasler, 1937) การเลี้ยงไรแดงในพื้นที่บ่อขนาด 30 ตัน จะได้ผลผลิตประมาณ 35-41 กิโลกรัม การขนส่งไรแดงที่มีชีวิตเพื่อนำไปเป็นอาหารหรือนำไปเพาะขยายพันธุ์ยังแหล่งอื่นทำได้โดยแช่ไรแดงในน้ำแข็ง 1-2 วินาที บรรจุในถุงอัดออกซิเจน ทำให้อุณหภูมิภายนอกถุงมีอุณหภูมิต่ำแล้วขนส่งในรถที่มีเครื่องปรับอากาศจะทำให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น (ทวี, 2532) การศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงไรแดงเพื่อเพิ่มผลผลิตไรแดงให้ได้ปริมาณมากและการศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำธรรราติที่มีไรแดงอาศัยอยู่มีรายงานการศึกษาสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 รายงานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของไรแดง

คุณภาพน้ำ	ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ							ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำธรรมชาติ			
	ประวิทย์ 2531	สำรวย 2531 ก	สำรวย 2531 ข	สันทนาและคณะ 2524	วิรัตดาและวิมล 2526	Bellosillo 1957	Goulden 1968	สุจินต์และประจวบ 2519	สุนันท์ 2520	ลัดดาและคณะ 2524	สันทนา 2529
อุณหภูมิ (°C)	-	25-30	25-30	-	28-32 30-35	26-31	26-31	26.5	22.5	30-32.5	-
DO. (mg/l)	>5	2-3	-	0.5-4.4	0.71-3.92 0.82-1.93	≥0	-	6.2	0.08	1.36-2.45	-
pH	6.5-9	8.5-9.5	8.5-9.5	7.2-7.8	-	6.8-7.8	-	7.45	7.1	6.1-8.1	7.6
ความเป็นด่าง (mg/l)	3-3.5	-	-	-	7.89-8.2 7.99-8.16	-	-	-	-	-	-
ความกระด้าง (mg/l)	10-12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ความโปร่งใส (cm)	-	15-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ไนเตรท (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-
ฟอสฟอรัส (mg/l)	-	-	-	3-8	0.19-0.37 0.09-0.22	-	-	11.5	-	-	5.289

ตารางที่ 1 (ต่อ)

คุณภาพน้ำ	ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ							ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำธรรมชาติ			
	ประวิทย์ 2531	สำรวย 2531 ก	สำรวย 2531 ข	สันทนาและคณะ 2524	วิรัตดาและวิมล 2526	Bellosillo 1957	Goulden 1968	สุจินต์และประจวบ 2519	สุนันท์ 2520	ลัดดาและคณะ 2524	สันทนา 2529
CO_2 (mg/l)	-	-	-	-	17.27-37.7 14.8-39.3	-	-	-	51	20.6-26.1	-
NH_3 (mg/l)	-	-	-	1-29	0.11-0.30 0.06-0.37	-	-	-	-	-	23.02
Silica (mg/l)	-	-	-	8-19	-	-	-	-	-	-	18.55
Calcium (mg/l)	-	-	-	70.150	-	-	-	-	-	-	110

อนุกรมวิธานของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจำพวกครัสตาเชียน (crustacean) ที่มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานของไรแดงจัดได้ดังนี้ (Pennak, 1978)

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Branchiopoda (phyllopoda)

Order Cladocera

Family Daphnidae

Genus Moina

Common name water flea

ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดงมีลักษณะลำตัวเป็นปล้องและมีรยางค์เป็นข้อ ๆ ต่อกัน (jointed appendage) ยื่นออกมาจากแต่ละปล้องของลำตัว (บพิธ และนันทพร, 2528)ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจืดขนาดเล็ก ลำตัวมักมีสีส้ม หรือค่อนข้างแดง ตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ โดยตัวเมียมีขนาดลำตัวประมาณ 0.6-1.3 มิลลิเมตร ตัวผู้มีขนาดลำตัวประมาณ 0.4-0.6 มิลลิเมตร ลำตัวไรแดงมีเปลือกคลุมเกือบทั้งตัวยกเว้นส่วนหัวซึ่งมีลักษณะกลม มีตาหนึ่งคู่ขนาดใหญ่ เรียกว่าตาประกอบ บนส่วนหัวมีหนวด 2 คู่ คู่ที่ 1 อยู่ใต้หัวมีขนาดเล็ก และหนวดคู่ที่ 2 อยู่ข้างส่วนหัว มีขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นปล้อง บริเวณข้อต่อของทุกปล้องมีแขนงซึ่งเป็นขนคล้ายขนนก หนวดคู่นี้มีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่ ไรแดงมีขา 5 คู่ที่อก ซึ่งมองเห็นไม่ชัดเนื่องจากมีเปลือกหุ้มลำตัวอยู่ (ลัดดา, 2543)

การสืบพันธุ์

ไรแดงสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) เกือบตลอดปี ฉะนั้นตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบนี้จึงมีชื่อเรียกเฉพาะว่า parthenogenetic female ซึ่งจะผลิตไข่ชนิดพิเศษหรือ parthenogenetic egg ไข่ชนิดนี้สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อตัวผู้เพื่อการผสมพันธุ์ จำนวนไข่ไม่แน่นอน คือมีจำนวนตั้งแต่ 2-30 ฟอง โดยเฉลี่ยมีจำนวน 15 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมและความสมบูรณ์ของตัวแม่ ไข่ชนิดนี้เมื่อถูกผลิตขึ้นมาจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ (brood chamber) ซึ่งเป็นช่องว่างตรงส่วนหลังระหว่างเปลือกหุ้มลำตัว ช่องฟักไข่นี้สามารถปิดและเปิดได้โดยอาศัยเส้นขน 2 เส้นบน postabdomen ที่เรียกว่า postabdominal setae ไข่จะเจริญอยู่ในช่องฟักไข่นับแต่ฟักเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยจนกระทั่งถูกปล่อยออกจากตัวแม่ ตัวอ่อนได้อาหารจากแม่โดยการขยับของ postabdomen มาทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างล่าง โดยทั่วไปไข่ชุดใหม่จะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ทันทีที่ตัวอ่อนชุดแรกปล่อยออกจากตัวแม่ ขบวนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งเกิดสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมขึ้น เช่น ประชาการเกิดขึ้นหนาแน่น การขาดแคลนอาหาร การเกิดของเสียปริมาณมากในน้ำ หรือสภาวะอากาศไม่เหมาะสม เป็นต้น ปัจจัยที่กล่าวมานี้จะมีอิทธิพลทำให้ไรแดงเปลี่ยนวิธีการสืบพันธุ์เป็นแบบอาศัยเพศ ซึ่งในช่วงเวลานี้จะมีไรแดงตัวผู้และไรแดงตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual female, ephippial female) เกิดขึ้นในประชากรไรแดง

ไรแดงตัวเมียชนิดที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) สามารถผลิตไข่ได้ 3 ชนิด ดังนี้

1. ไข่ที่เจริญเป็นตัวเมียที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female egg) ไข่ชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นเกือบตลอดปี
2. ไข่ที่เจริญเป็นตัวผู้ (parthenogenetic male egg) ไข่ชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นเฉพาะในช่วงที่เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมเท่านั้น
3. ไข่ที่เจริญเป็นตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบมีเพศ (parthenogenetic sexual female egg) ระยะเวลาที่เกิดไข่ชนิดนี้เช่นเดียวกับไข่ชนิดที่ 2 คือ ไข่จะสร้างขึ้นในช่วงที่เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม

sexual female ของไรแดงเมื่อเจริญเต็มวัยจะผลิตไข่ชนิดที่เรียกว่า sexual egg ขึ้น จำนวน 2 ฟอง (1 ฝักไข่) ซึ่งมีลักษณะเป็นสีขาว ทึบแสง และต้องผสมพันธุ์กับเชื้อตัวผู้จึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ ในเวลาเดียวกับที่ sexual egg ถูกผลิตขึ้นมานั้นจะมีการสร้างเปลือกหุ้มไข่ (ephippial shell) โดยที่ผนังของช่องฟักไข่จะเริ่มหนาขึ้นพร้อมกับมีสีเข้มขึ้น เปลือกหุ้มไข่มีลักษณะคล้ายอานม้า ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่และเปลือกหุ้มไข่ที่สร้างขึ้นล่วงหน้าแล้วจะปิดรอบไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว เมื่อไรแดงตัวแม่ลอกคราบครั้งต่อไป ephippium จะถูกปล่อยออกจากตัวแม่ และจมสู่พื้น ephippium ของไรแดงได้ถูกสร้างขึ้นมาอย่างพิเศษ คือ มีเปลือกหนา มีลวดลายรูปหกเหลี่ยม มีความสามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตได้อย่างดี ต่อเมื่อสภาวะแวดล้อมกลับสู่สภาวะปกติ ไข่ชนิดดังกล่าวจะเจริญเป็น parthenogenetic female อีกครั้งหนึ่ง

sexual egg ที่ไม่ได้รับการผสมจะสลายตัวไป โดยที่ไม่เคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ และเปลือกหุ้มไข่ที่ถูกสร้างขึ้นก็สลายตัวไปโดยอัตโนมัติด้วย

รูปร่างลักษณะของ parthenogenetic female คล้ายกับ sexual female แต่ต่างกันตรงที่ชนิดหลังมีขนาดเล็กกว่า และที่สำคัญคือ sexual female สามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ กล่าวคือ เมื่อผลิต sexual eggs อย่างน้อย 1 ชุดแล้ว ก็อาจสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศได้อีก นอกจากนี้ sexual female ยังสามารถจับคู่กับตัวผู้ได้อีกด้วย ส่วน parthenogenetic female แม้ว่าสามารถผลิต sexual egg แต่ไม่สามารถจับคู่กับตัวผู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชีวิตของไรแดง

ระยะเวลาที่ไรแดงฟักออกจากไข่ เจริญเป็นตัวเต็มวัย จนกระทั่งตายนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม Pennak (1978) แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ไข่ egg

ระยะที่ 2 juvenile instar ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ first และ second juvenile instar

ระยะที่ 3 adolescent instar

ระยะที่ 4 ตัวเต็มวัย (adult)

เมื่อไข่เคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่ขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 17-28 ชั่วโมง พอ first juvenile ออกจากตัวแม่แล้วจะทำการลอกคราบออกเป็น second juvenile instar ซึ่งระยะนี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่สองซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า adolescent instar (ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็นตัวเต็มวัยทันที (adult) ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดที่สองอยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้นถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมไรแดงสามารถผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากติดต่อกันโดยไม่ขาดตอน การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมาก อาจเป็นเวลา 2-3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลาที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2-3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2-3 ชั่วโมงก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่นอาหาร คุณสมบัติของน้ำ และอากาศ เป็นต้น

ปัญหาต่าง ๆ ในการผลิตไรแดง

ปัญหาในการผลิตไรแดงมีมากมายหลายปัจจัย เช่นปัญหาจากสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะสม (ภาณุ และคณะ, 2530, 2532) ปัญหาคุณภาพน้ำต่าง ๆ ไม่เหมาะสม (สำรวย, 2531 ก) ปัญหาการปนเปื้อนของแพลงก์ตอนชนิดอื่นทำให้ไรแดงเจริญเติบโตช้า (ธิดา และคณะ, 2536; กรมประมง, 2525)ปัญหาในการลำเลียงขนส่งพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่พ่อแม่พันธุ์จะบอบช้ำทำให้ไม่เหมาะต่อการนำไปเพาะขยายพันธุ์ (สำรวย, 2531 ข) ปัญหาการเก็บรักษาไรแดงเพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำให้สดอยู่เสมอ (สำรวย, 2531 ค) และปัญหาหลักคือการปนเปื้อนของไรแดงจากเชื้อโรคและปรสิตต่าง ๆ ซึ่งทำให้ไรแดงไม่สะอาดพอเมื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์น้ำ

ปัญหาจากโปรโตซัวนั้นจะมีผลกระทบคือโปรโตซัวจะเกาะตามตัวและรยางค์ของไรแดงทำให้ไรแดงไม่สามารถลอกคราบได้ ไม่แข็งแรง (บพิธ, 2525) ซึ่งโปรโตซัวส่วนใหญ่คือ zoothamnium ซึ่งโปรโตซัวเหล่านี้ยังก่อให้เกิดโรคกับปลาที่กินไรแดงอีกทอดหนึ่งด้วย (สำรวย, 2531 ก) การใช้ฟอร์มาลีนในระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตรเติมในบ่อเลี้ยงไรแดง จะสามารถกำจัดโปรโตซัวได้ (สุภัทรา, 2531) นอกจากนี้การใช้มาลาไคท์กรีน ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ไรแดงนาน 2 ชั่วโมง สามารถกำจัดพยาธิพวก *Epistylis* ได้ดีอีกด้วย (พินิจ และคณะ, 2535) ส่วนการทดลองใช้น้ำเค็ม 20 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่ไรแดง 10 วินาที พบว่าสามารถกำจัดโรติเฟอร์ได้ แต่ไรแดงจะตายเป็นจำนวนมาก (ธิดา และคณะ, 2536)

การทดลองผลิตไข่พักของไรแดง

สำรวย (2531 ง) ทดลองผลิตไข่พักของไรแดงในปี พ.ศ. 2529 ซึ่งทดลองโดยใช้ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส ใช้น้ำถั่วเหลืองและน้ำคลอเรลล่าเป็นอาหารพบว่าระยะเวลา 3 วันไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้ ต่อมาในปี 2530 ได้ทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ โดยใช้อาหารคือ รำ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปุ๋ยผสม (15-15-15) และปุ๋ยยูเรีย (45-0-0) พบว่าช่วงแรกไรแดงมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ต่อมาเมื่ออุณหภูมิลดลงติดต่อกันถึง 14-15 องศาเซลเซียสนาน 4 วัน ไรแดงมีการสร้างไข่พักขึ้น ในปี 2531 ทดลองเลี้ยงไรแดงโดยใช้อาหารคือสาหร่าย *Spirulina* พบว่าเลี้ยงไรแดงเป็นระยะเวลา 9 วัน ไรแดงจึงเริ่มสร้างไข่พัก

การเก็บไข่พักไรแดงมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส แล้วนำมาทดลองฟัก 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ทำการฟักไข่ไรแดงซึ่งเก็บไว้นาน 1 เดือน พบว่าไข่ฟักใช้เวลา 3 วันจึงฟักออกเป็นตัว ครั้งที่ 2 ทำการฟักไข่พักซึ่งเก็บไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าใช้ระยะเวลาในการฟักเพิ่มขึ้นเป็น 9 วัน และพบว่าไข่พักที่เก็บไว้ 6 เดือนจะลอยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ไข่ที่ฟักเป็นตัวจะเป็นไข่ที่จมน้ำ ซึ่งน่าจะขึ้นอยู่กับการดูดซึมน้ำของเปลือกไข่

ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการเก็บรักษาไข่พัก

ปัจจัยที่จำเป็นต้องควบคุมในการเก็บรักษาไข่พักคือ

ความชื้น (humidity) ความชื้นภายในต่ำสุดที่จะเป็นอันตรายจากตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่คือประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และที่ความชื้นภายในไข่ระหว่าง 7-12 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาไข่ให้มีคุณภาพอยู่ได้นานหลายปี และในทุก ๆ ปี ประสิทธิภาพในการเพาะฟักของไข่จะลดลงเรื่อย ๆ

ออกซิเจน (oxygen) จะต้องมีน้อยที่สุดในบริเวณที่เก็บไข่พัก เนื่องจากปริมาณออกซิเจนและความชื้นที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ขบวนการทางเคมีต่างๆ (metabolism rate) ภายในไข่เกิดขึ้นได้

อุณหภูมิ (temperature) ที่เหมาะสมในการเก็บไข่พักคือในที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยยืดอายุของไข่พักให้ยาวนานขึ้น และอุณหภูมิที่ใช้ในการตากหรืออบไข่ให้แห้งควรใช้อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส หรือตากในบริเวณที่มีแสงจัด

ปัจจัยอื่น ๆ เช่นความสะอาดของไข่ ความเป็นกรดเป็นด่างของเปลือกไข่ ซึ่งมีสาเหตุมากจากคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ทำความสะอาดไข่ ตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการ (Michael, 1980; Bob, 1996; อนันต์, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ไรแดงที่ใช้ในการทดลองคือ ไรแดงชนิด *Moina macrocopa*

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำในการเพิ่มจำนวนไรแดงและการผลิตไข่พัก
   - 2.1. ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร
   - 2.2. โหลแก้วขนาด 10 ลิตร
   - 2.3. เครื่อง autoclave
   - 2.4. ปั๊มลมพร้อมสายยางและหัวทราย
   - 2.5. กระชอนช้อนไรแดง, ถุงกรองน้ำ
   - 2.6. หัวเชื้อคลอเรลล่า
   - 2.7. เครื่องชั่งน้ำหนัก
   - 2.8. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
   - 2.9. ที่วางหลอดทดลอง
   - 2.10. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร, บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร
   - 2.11. เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด
   - 2.12. อุปกรณ์นับแพลงก์ตอน ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ สไลด์นับจำนวนเซลล์
   - 2.13. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
   - 2.14. เพลทขนาดเล็ก
   - 2.15. อุปกรณ์ถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์
   - 2.16. อุปกรณ์วัดความเข้มแสง
   - 2.17. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์น้ำ
   - 2.18. สารเคมีสำหรับสูตรอาหาร Chlorella medium

3. อุปกรณ์ในการหาอัตราฟักของไข่พัก
   - 3.1 ถุงกรองแพลงก์ตอน
   - 3.2 เพลทขนาดเล็ก, ขวดแก้วขนาดเล็ก
   - 3.3 หลอดทดลอง, ที่วางหลอดทดลอง
   - 3.4 หัวเชื้อ *Chlorella*
   - 3.5 กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของไรแดง

1.1 การทดลอง

ศึกษาคุณภาพน้ำในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศของไรแดง โดยทำการทดลองในโหลขนาดความจุ 10 ลิตร จำนวน 6 โหล วางโหลในที่ที่ได้รับแสงตามธรรมชาติ (ความเข้มแสงเฉลี่ยประมาณ 2,514 lux)

1.2 วิธีการทดลอง

การทดลองเรื่องคุณภาพน้ำในการสร้างไข่พักของไรแดง ดำเนินการโดยเตรียมหัวเชื้อ *Chlorella* ในขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร โดยทำความสะอาดขวดและตากทิ้งไว้ให้แห้งหลังจากนั้นเติมน้ำพร้อมปุ๋ยในแต่ละขวด 900 มิลลิลิตร และนำเข้าเครื่อง autoclave เพื่อฆ่าเชื้อ จากนั้นเติมหัวเชื้อ *Chlorella* เข้มข้น 50 มิลลิลิตรลงในขวด ต่อปั๊มลม แล้วนำไปวางบนชั้นสำหรับเลี้ยงแพลงก์ตอน ให้แสงตลอดเวลา รอจนน้ำในขวดมีสีเขียวเข้ม คือเข้าสู่ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ exponential phase) ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 6-7 วัน นำหัวเชื้อ *Chlorella* ไปขยายต่อในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร รอจน *Chlorella* เจริญเติบโตเข้าสู่ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ จึงเริ่มใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง ดำเนินการโดยนำโหลแก้วขนาดความจุ 10 ลิตร ที่เลี้ยง *Chlorella* จนเติบโตเต็มที่ จำนวน 6 โหล ไปวางในที่ที่ได้รับแสงธรรมชาติ และนำไรแดงน้ำหนัก 4 กรัมใส่ลงในโหลทดลองทุกโหล โดยต้องระมัดระวังไม่ให้ไรแดงได้รับความบอบช้ำเพราะจะทำให้ไรแดงตาย จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังใส่ไรแดง โดยทำการวิเคราะห์ทุกวัน ตรวจเช็คการสร้างไข่พักและวิเคราะห์น้ำจนกระทั่งไรแดงหยุดสร้างไข่พัก ซึ่งการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่อไปนี้

- อุณหภูมิ ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง HANA รุ่น HI 8424
- ความเป็นกรดเป็นด่างใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง HANA รุ่น HI 8424
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ใช้เครื่องวัด DO meter รุ่น YSI 52
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401
- ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401
- ปริมาณฟอสฟอรัสใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401
- ปริมาณ Soluble reactive phosphorusใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการบันทึกข้อมูลโดยบันทึกค่าคุณสมบัติของน้ำในแต่ละหน่วยทดลอง และบันทึกค่าอัตราการสร้างไข่พัก

2. ศึกษาการสร้างไข่พักของไรแดงที่ปัจจัยคุณภาพน้ำระดับต่าง ๆ

2.1 ศึกษาอัตราการสร้างไข่พักที่ระดับแสงแตกต่างกัน

2.1.1 แผนการทดลอง

การทดลองเรื่องผลของแสงต่อการสร้างไข่พักของไรแดง (วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด) โดยแบ่งชุดทดลองเป็น 4 ชุด ในแต่ละชุดมี 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 ไม่ได้รับแสง (วางในที่มืดตลอด 24 ชั่วโมงในรอบวัน)

ชุดที่ 2 ได้รับแสงธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์ (ใช้ตาข่ายพลาสติกสีดำในการกรองแสง ความเข้มแสงเฉลี่ยประมาณ 2514 lux ได้รับแสงประมาณ 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง ในรอบวัน)

ชุดที่ 3 ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสงเฉลี่ยประมาณ 5750 lux ได้รับแสงประมาณ 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง ในรอบวัน)

ชุดที่ 4 ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา (ความเข้มแสงประมาณ 2751 lux ได้รับแสงตลอด 24 ชั่วโมงในรอบวัน)

2.1.2 วิธีการทดลอง

เลี้ยง *Chlorella* จนเจริญเติบโตเต็มที่ในโหลทดลองขนาด 10 ลิตร ใส่ไรแดงที่โตเต็มที่และแข็งแรงจำนวน 4 กรัม ลงในโหลทดลอง นำโหลทดลองไปวางในจุดที่กำหนด ทำการจดบันทึกจำนวนไข่พักที่สร้างในแต่ละชุดการทดลองจากการสุ่มไรแดงประมาณ 1,000 ตัว ต่อ 1 โหล และ นำไข่พักที่ได้จากแต่ละชุดทดลองจำนวนซ้ำละ 300 ฟอง ไปฟักเพื่อหาอัตราการฟักของไข่พัก

การสร้างไข่พักของไรแดงสังเกตได้โดยจะเห็นเป็นเม็ดสีขาวขนาดเล็กเกิดขึ้นที่พื้นภาชนะทดลอง แสดงว่าไรแดงมีการปล่อยไข่พักเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเก็บไข่พักได้โดยทำการเก็บไข่พักออกทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ศึกษาอัตราการสร้างไข่พักที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

2.2.1 การทดลองหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสม

ทำการทดลองเรื่องระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยเริ่มทำการทดลองเพื่อหาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงกว้าง ๆ จัดระดับอุณหภูมิที่ 10, 12.5, 15, 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าไรแดงตายหมดในวันที่ 1 ของการทดลองในระดับอุณหภูมิที่ 10 และ 12.5 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สร้างไข่พัก ดังนั้นระดับอุณหภูมิที่นำมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไปจึงอยู่ในช่วง 13-17 องศาเซลเซียส

2.2.2 แผนการทดลอง

การทดลองผลของอุณหภูมิระดับต่าง ๆ ที่มีต่อการสร้างไข่พักของไรแดง (วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด)โดยแบ่งเป็นระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 6 ระดับ ระดับละ 6 ซ้ำ คือ

ชุดที่ 1 ระดับอุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม)

ชุดที่ 2 อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 3 อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 4 อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 5 อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 6 อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส

ในการทดลองมีการให้แสง 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง ทำการตรวจเช็คอัตราการสร้างไข่พักของไรแดงและเก็บไข่พักออกทุกวัน นำไข่พักของไรแดงจำนวนซ้ำละ 300 ฟอง มาเพาะฟักเพื่อหาอัตราการฟัก

2.2.3 วิธีการทดลอง

นำ *Chlorella* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการจนเติบโตเต็มที่มาใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 6 บีกเกอร์ โดยใส่ *Chlorella* ประมาณ 900 มิลลิลิตร ใส่ไรแดงที่เจริญเติบโตเต็มที่ประมาณ 1 กรัม ลงในบีกเกอร์ ค่อย ๆ ปรับอุณหภูมิ โดยวางในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศระยะหนึ่ง แล้วจึงนำไรแดงไปเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ปรับระดับอุณหภูมิไว้ตามระดับที่กำหนด ตรวจการสร้างไข่พักของไรแดงและเก็บไข่พักออกทุกวัน นำไข่พักประมาณ 300 ฟอง ต่อซ้ำ (ในกรณีที่ไข่พักมีไม่ถึง 300 ฟองใช้จำนวนไข่พักที่หน่วยทดลองนั้นสร้างได้สูงสุด) ไปฟักต่อไป

การหาอัตราฟักทำโดยนำ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ 8 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ใส่ไข่พักของไรแดงลงในขวด ขวดละ 10 ฟอง วางขวดไว้ในที่ที่มีแสง ตรวจเช็คจำนวนไข่พักที่ฟักออกเป็นตัวทุกวัน และหาอัตราฟักของไข่พัก

ทำการบันทึกข้อมูลโดย บันทึกอัตราการสร้างไข่พักและบันทึกอัตราการฟักของไข่พัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ศึกษาการสร้างไข่พักของไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน

2.3.1 แผนการทดลอง

ทำการทดลองหาค่าระดับพีเอชที่ไรแดงสร้างไข่พัก (ข้อมูลจากการทดลองที่ 1) พบว่ามีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.98-7.17 จากนั้นจึงทำการทดลองเรื่องระดับพีเอชที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง (โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด) แบ่งการทดลองเป็น 7 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่มีการปรับระดับพีเอช)

ชุดที่ 2 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 6.50

ชุดที่ 3 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 6.75

ชุดที่ 4 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 7.00

ชุดที่ 5 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 7.25

ชุดที่ 6 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 7.50

ชุดที่ 7 ระดับพีเอชของอาหารที่เลี้ยงไรแดง เท่ากับ 7.75

2.3.2 วิธีการทดลอง

นำ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร และทำการปรับพีเอชเริ่มต้นโดยใช้ NaOH 1 N และ HCl 1 N ในการปรับค่าพีเอช นำไรแดงประมาณ 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ทดลอง นำไปวางในบริเวณที่ได้รับแสงตามธรรมชาติ แบ่งการทดลองเป็นสองชุด ชุดที่ 1 ปรับระดับพีเอชครั้งแรกให้ได้ระดับที่กำหนดเพียงครั้งเดียวหลังจากนั้นตรวจวัดปริมาณพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ชุดที่ 2 ทำการปรับระดับพีเอชให้ได้ระดับที่กำหนดทุกวัน (ทำการปรับในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 นาฬิกา ของทุกวัน) ทั้งสองชุดทำการตรวจเช็คการสร้างไข่พักของไรแดงและเก็บไข่พักออกทุกวัน จดบันทึกการสร้างไข่พักและเก็บไข่พักจำนวน 300 ฟองต่อซ้ำไปทดลองหาอัตราฟัก โดยนำ *Chlorella* ที่เติบโตเต็มที่ใส่ในขวดแก้วขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ใส่ไข่พักจำนวน 10 ฟองลงในขวด วางไว้ในที่ได้รับแสงธรรมชาติ เช็คอัตราการฟักเป็นตัวและเก็บตัวอ่อนออกทุกวัน

2.4 ศึกษาอัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียแตกต่างกัน

2.4.1 แผนการทดลอง

ทำการทดลองหาค่าระดับแอมโมเนียในช่วงที่ไรแดงมีการสร้างไข่พัก (ข้อมูลจากการทดลองที่ 1) พบว่ามีค่าแอมโมเนีย อยู่ในช่วง 8.59-12.97 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นจึงทำการทดลองถึงระดับของแอมโมเนียที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง (โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด) แบ่งการทดลองเป็น 5 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่มีการปรับระดับแอมโมเนีย)

ชุดที่ 2 ระดับแอมโมเนียในอาหารที่ใช้เลี้ยงไรแดงมีค่าเท่ากับ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดที่ 3 ระดับแอมโมเนียในอาหารที่ใช้เลี้ยงไรแดงมีค่าเท่ากับ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดที่ 4 ระดับแอมโมเนียในอาหารที่ใช้เลี้ยงไรแดงมีค่าเท่ากับ 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดที่ 5 ระดับแอมโมเนียในอาหารที่ใช้เลี้ยงไรแดงมีค่าเท่ากับ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4.2 วิธีการทดลอง

นำ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ทำการปรับค่าแอมโมเนียเริ่มต้นโดยใช้ สารละลายแอมโมเนีย (แอมโมเนียมคลอไรด์) นำไรแดงประมาณ 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ทดลอง นำไปวางในบริเวณที่ได้รับแสงธรรมชาติ ทำการตรวจเช็คปริมาณไข่พักที่สร้างและเก็บไข่พักออกทุกวัน นำไข่พักจำนวน 300 ฟองจากทุกซ้ำไปฟักในขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ไว้ ใส่ไข่พักลงในขวด ขวดละ 10 ฟอง นำขวดไปวางในที่ที่ได้รับแสงธรรมชาติ เช็คอัตราการฟักเป็นตัวและเก็บตัวอ่อนออกทุกวัน

3. ศึกษาเทคนิคในการผลิตไข่พักไรแดงที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเป็นหัวเชื้อสำหรับการทำ pure culture ที่มีคุณภาพ ไม่มีเชื้อโรคปนเปื้อนและผลิตได้ทุกฤดูกาล

3.1 การทำไข่พักไรแดงเป็นเชื้อบริสุทธิ์โดยการฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลิน

3.1.1 วิธีการทดลอง

นำไรแดง 1 กรัม ใส่ลงเลี้ยงในบีกเกอร์ทดลองขนาดความจุ 1 ลิตร ซึ่งบรรจุ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ จำนวน 20 บีกเกอร์ นำไปวางไว้ในที่ได้รับแสงธรรมชาติให้ไรแดงสร้างไข่พัก ทำการเก็บไข่พักของไรแดงทุกวัน รวบรวมไข่พักของไรแดงที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด จากนั้นนำไข่พักของไรแดงมาทำการฆ่าปรสิตกลุ่มโปรโตซัวและเชื้อแบคทีเรียด้วยฟอร์มาลินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ

100 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นระยะเวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที

150 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นระยะเวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที

200 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นระยะเวลา 1 นาที

250 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นระยะเวลา 1 นาที

300 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นระยะเวลา 1 นาที

แต่ละชุดใช้ไข่พักจำนวน 300 ฟอง เมื่อแช่ฟอร์มาลินตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการล้างด้วยน้ำกลั่นที่สะอาด (ผ่านการฆ่าเชื้อโดยเข้าเครื่อง autoclave) อีก 1 ครั้ง และนำไข่พักไปฟักในขวดแก้วขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ที่บรรจุ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ไว้ (ไม่มีแบคทีเรียปนเปื้อน) โดยใส่ขวดละ 10 ฟอง นำขวดไปวางไว้ในที่ที่ได้รับแสงตามธรรมชาติ เช็คอัตราการฟักเป็นตัว และเก็บตัวอ่อนออกทุกวัน ใช้ระยะเวลาประมาณ 12 วัน (ไข่พักไรแดงจะฟักประมาณวันที่ 3-5 หลังจากเริ่มใส่ในอาหาร) บันทึกผลอัตราการฟัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54562

3.2 ศึกษาอัตราการฟักของไข่พักที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาแตกต่างกัน

3.2.1 วิธีการทดลอง

นำไรแดง 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ซึ่งบรรจุ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ไว้ประมาณ 900 มิลลิลิตร จำนวน 20 บีกเกอร์ นำบีกเกอร์ไปวางในที่ที่ได้รับแสงตามธรรมชาติ ทำการเก็บรวบรวมไข่พักของไรแดงและทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำกลั่นเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกภายนอกออก นำไข่พักไรแดงที่รวบรวมได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บไข่พักใส่ในซองพลาสติก ปิดฝาให้แน่น แล้วนำเข้าเก็บในตู้ดูดความชื้น (Desiccator) โดยแบ่งไข่พักมาฟักเป็น 7 ชุดคือ

ชุดที่ 1 ไข่พักที่ไม่มีการเก็บรักษา (ฟักทันทีหลังจากอบแห้ง)

ชุดที่ 2 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 1 เดือน

ชุดที่ 3 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน

ชุดที่ 4 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน

ชุดที่ 5 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 4 เดือน

ชุดที่ 6 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 5 เดือน

ชุดที่ 7 ไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลา 6 เดือน

แต่ละชุดนำมาฟักจำนวน 500 ฟอง การฟักทำโดย นำ *Chlorella* ที่เจริญเติบโตเต็มที่ใส่ในขวดแก้วขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ใส่ไข่พักจำนวน 10 ฟองลงในขวดแก้วแต่ละขวด นำขวดแก้วไปวางในที่ที่ได้รับแสงตามธรรมชาติ ทำการตรวจเช็คจำนวนตัวอ่อนไรแดงที่ฟักใหม่และเก็บตัวอ่อนออกทุกวัน หาอัตราการฟักของไข่พัก

4 สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นวันที่ 1 พฤศจิกายน 2543 สิ้นสุดวันที่ 30 ตุลาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. ปัจจัยคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ (สร้างไข่พัก) ของไรแดง

การศึกษาคุณภาพน้ำในช่วงการเลี้ยงไรแดง พบว่าในช่วงที่ไรแดงมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ค่าคุณภาพน้ำต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วงดังนี้ อุณหภูมิ 26.97-30.30 องศาเซลเซียส พีเอช (ความเป็นกรดเป็นด่าง) 7.26-9.10 ไนเตรท 2.090-2.655 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.058-0.134 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 4.30-6.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 1.482-1.915 มิลลิกรัมต่อลิตร soluble reactive phosphorus 1.495-1.765 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 0.70-3.18 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณภาพน้ำในช่วงที่ไรแดงมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (สร้างไข่พัก) ค่าคุณภาพน้ำต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วงดังนี้ อุณหภูมิ 30.50-31.00 องศาเซลเซียส พีเอช (ความเป็นกรดเป็นด่าง) 6.98-7.17 ไนเตรท 1.346-2.595 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.135-0.150 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 8.59-12.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 2.520-2.856 มิลลิกรัมต่อลิตร soluble reactive phosphorus 2.540-2.849 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 0.48-0.84 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 1)

2. การสร้างไข่พักของไรแดงที่ปัจจัยคุณภาพน้ำระดับต่าง ๆ

2.1 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับแสงแตกต่างกัน

การทดลองเลี้ยงไรแดงเพื่อให้สร้างไข่พักในระดับแสงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ไม่ได้รับแสง ได้รับแสงธรรมชาติประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับแสงธรรมชาติประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ และ ได้รับแสงฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา พบว่า ในชุดที่ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการสร้างไข่พักได้เร็วที่สุด คือสร้างไข่พักในวันที่ 2 ของการทดลอง ส่วนในชุดทดลองอื่น ๆ มีการสร้างไข่พักในวันที่ 3 ของการทดลอง โดยในชุดที่ได้รับแสงจากฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลามีเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักโดยรวมสูงที่สุดคือ 80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 2)

อัตราการฟักของไข่พักไรแดง จากการทดลองนำไข่พักของแต่ละชุดการทดลองมาฟัก พบว่าในทุกชุดการทดลองมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน โดยชุดที่เลี้ยงภายใต้แสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ (ไม่มีการกรองแสง) มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 91.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

การทดลองหาค่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พักของไรแดง โดยแบ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ 10, 12.5, 15, 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 10 และ 12.5 องศาเซลเซียส ไรแดงตายหมดภายในวันแรกที่ทดลอง ส่วนที่ระดับอุณหภูมิ 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สร้างไข่พักภายในช่วงระยะเวลา 7 วัน ค่าอุณหภูมิที่ไรแดงตาย และไรแดงไม่สร้างไข่พักจึงเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมในการทดลอง

การปรับระดับอุณหภูมิเพื่อบังคับให้ไรแดงสร้างไข่พักโดยปรับระดับอุณหภูมิ 6 ระดับคือ ระดับอุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม) และที่ระดับ 13, 14, 15, 16 และ 17 องศาเซลเซียส พบว่าที่ระดับ13 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สร้างไข่พัก ที่ระดับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสไรแดงสร้างไข่พักได้เร็วที่สุด โดยสร้างในวันที่ 2 และหยุดสร้างในวันที่ 6 ส่วนที่ระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส ไรแดงสร้างไข่พักในวันที่ 4 และหยุดสร้างในวันที่ 8 โดยได้ผลรวมของจำนวนไข่พักมากที่สุดคือ 82 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4)

การนำไข่พักที่สร้างจากระดับอุณหภูมิต่าง ๆ มาฟักที่ระดับอุณหภูมิห้อง พบว่าไข่พักที่สร้างจากระดับอุณหภูมิ 14, 15 และ 17 องศาเซลเซียส มีอัตราการฟักที่สูงใกล้เคียงกัน โดยอัตราฟักสูงที่สุดคือไข่พักที่สร้างจากระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราฟัก 92.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 5) โดยไข่จะฟักเป็นตัวในวันที่ 2-3 ของการทดลอง

2.3 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน

การปรับระดับพีเอชเพื่อบังคับให้ไรแดงสร้างไข่พัก โดยทำการปรับพีเอชที่ระดับ 6.5, 6.75, 7.00, 7.25, 7.50 และ 7.75 ในชุดที่มีการปรับพีเอชให้กลับสู่ระดับที่ควบคุมทุกวัน พบว่าที่ระดับพีเอช 7.25 ไรแดงมีอัตราการสร้างไข่พักสูงสุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดที่มีอัตราการสร้างไข่พักต่ำสุดคือที่ระดับพีเอช 6.5 (ตารางผนวกที่ 6) สำหรับอัตราการฟักของไข่พักนั้นพบว่าไข่พักที่สร้างจากทุกระดับพีเอชมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน โดยระดับพีเอช 6.5 มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 49.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7)

ในชุดการทดลองที่มีการปรับระดับพีเอชครั้งแรกเพียงครั้งเดียว พบว่าการเปลี่ยนแปลงของพีเอชหลังจากวันแรกมีแนวโน้มลดลงจากวันแรกเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 4 ของการทดลอง (ตารางผนวกที่ 8) และพบว่าทุกระดับพีเอชมีอัตราการสร้างไข่พักใกล้เคียงกันและที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไข่พักมากที่สุดคือ 30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 9) ส่วนอัตราการฟักในชุดไข่พักที่สร้างจากพีเอช 6.5 มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.2เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับแอมโมเนียแตกต่างกัน

การปรับระดับแอมโมเนียในการเลี้ยงไรแดงเพื่อบังคับให้ไรแดงสร้างไข่พัก โดยทำการปรับระดับแอมโมเนียที่ระดับ 7.5, 10, 12.5, 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และชุดที่ไม่มีการปรับระดับแอมโมเนีย (ชุดควบคุม) โดยทำการปรับระดับแอมโมเนียครั้งแรกเพียงครั้งเดียว จากนั้นวัดการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียทุกวันตลอดการทดลอง พบว่าปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการทดลองในทุกชุดการทดลอง (ตารางผนวกที่ 11) สำหรับการสร้างไข่พักของไรแดงพบว่าไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างไข่พักมากที่สุดคือ 65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 12) ส่วนอัตราการฟักของไข่พักที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 53 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 13)

3. การผลิตไข่พักไรแดงเป็นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเป็นหัวเชื้อสำหรับการทำ pure culture

3.1 อัตราการฟักของไข่พักไรแดงที่ฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลินเข้มข้นต่างกัน

การทดลองนำไข่พักของไรแดงแช่ฟอร์มาลินเพื่อกำจัดโปรโตซัวและแบคทีเรีย โดยแบ่งระดับฟอร์มาลินเป็นที่ระดับเข้มข้น 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ไข่พักเป็นเวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที และฟอร์มาลินเข้มข้น 200, 250 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ 1 นาที และชุดไข่พักที่ไม่มีการแช่ฟอร์มาลิน (ชุดควบคุม) จากนั้นนำมาฟักเพื่อหาอัตราการฟัก พบว่าไข่พักที่แช่ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอัตราการฟักใกล้เคียงกับชุดควบคุม ส่วนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อแช่ไข่พักนานเกิน 90 นาที อัตราฟักของไข่พักลดลง โดยเมื่อแช่นาน 180 นาที ทำให้มีอัตราการฟักของไข่ลดลงเหลือเพียง 53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในชุดไข่พักที่แช่ฟอร์มาลินที่ความเข้มข้นสูง พบว่ามีอัตราการฟักของไข่พักลดลงตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ไข่พักนาน 1 นาที มีอัตราการฟักของไข่พักเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 14)

3.2 อัตราการฟักของไข่พักไรแดงที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่างกัน

การทดลองเก็บไข่พักไรแดงที่อบแห้งไว้เป็นระยะเวลานาน 6 เดือน โดยแบ่งไข่พักบางส่วนออกมาหาอัตราการฟักทุกเดือน ผลที่ได้พบว่าอัตราการฟักของไข่พักที่ทำการฟักทันทีหลังจากทำให้แห้งมีอัตราการฟักสูงที่สุด และอัตราฟักของไข่ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือนจะมีอัตราการฟักต่ำที่สุด ส่วนอัตราฟักของไข่พักที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 1-5 เดือนจะมีอัตราการฟักใกล้เคียงกัน (ตารางผนวกที่ 15)

โดยไข่พักที่เก็บไว้เป็นเวลานานพบว่าเมื่อนำมาฟักไข่พักจะลอยน้ำเป็นจำนวนมาก บางฟองใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งจึงจมลงและฟักเป็นตัว ส่วนฟองที่ไม่จมนั้นไม่มีการฟักเกิดขึ้น และพบว่าระยะเวลาที่เก็บไข่พักที่เพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาในการฟักนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผล

1. ปัจจัยคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ (สร้างไข่พัก) ของไรแดง

จากการทดลองพบว่าค่าคุณภาพน้ำในช่วงที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไรแดงมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาที่ทำมาก่อนหน้านี้ โดย ประวิทย์, 2531; สำรวย, 2531 ก,ข; สันทนาและคณะ, 2524; วิรัตดาและวิมล, 2526; Bellosillo, 1957; Goulden, 1968 ยกเว้นค่าฟอสฟอรัส จากการทดลองครั้งนี้มีค่าเพียง 1.482-1.915 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่าของสันทนาและคณะ 2524 ซึ่งมีค่าสูงถึง 3-8 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศยังไม่มีผู้ศึกษาไว้มากนัก จากการทดลองนี้พบว่าค่าอุณหภูมิ พีเอช ไนเตรท มีค่าใกล้เคียงกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ส่วนไนไตรท์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัส soluble reactive phosphorus มีค่าสูงกว่าการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมาก และค่าออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าต่ำกว่าการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งค่าคุณภาพน้ำเหล่านี้เป็นระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ไรแดงจึงปรับการสืบพันธุ์เป็นแบบอาศัยเพศโดยการสร้างไข่พัก

2. การสร้างไข่พักของไรแดงที่ปัจจัยคุณภาพน้ำระดับต่าง ๆ

2.1 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับแสงแตกต่างกัน

ในชุดการทดลองที่ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการสร้างไข่พักเร็วที่สุดเนื่องจากโหลทดลองที่ใช้เป็นโหลแก้ว ความจุน้ำเพียง 10 ลิตร เมื่อได้รับแสงเต็มที่จึงทำให้อุณหภูมิน้ำในโหลทดลองสูงเกินไป จึงทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม ไรแดงจึงเปลี่ยนการสืบพันธุ์เป็นแบบอาศัยเพศได้เร็ว แต่เนื่องจากไรแดงอ่อนแอจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจึงทำให้เปอร์เซ็นต์ของไข่พักที่สร้างต่ำมาก ส่วนในชุดที่ได้รับแสงฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลานั้นไม่ทำให้อุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงมาก แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของไรแดงโดยเปลี่ยนแปลงค่าการผลิตออกซิเจนและการบริโภคคาร์บอนไดออกไซด์ และเปลี่ยนแปลงวัฏจักรในรอบวันของไรแดงแต่ไม่มีอันตรายต่อไรแดงมากนัก ไรแดงจึงค่อย ๆ เปลี่ยนการสืบพันธุ์และสร้างไข่พักได้จำนวนมาก สำหรับอัตราฟักของไข่พัก พบว่าไข่พักที่ผลิตจากทุกชุดการทดลองมีอัตราการฟักใกล้เคียงกันและมีอัตราการฟักสูง แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงระดับแสงไม่มีผลในการทำลายโครงสร้างภายในของไข่พัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พักของไรแดงอยู่ในช่วง 14-17 องศาเซลเซียส ที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่านี้ไรแดงไม่ทำการสร้างไข่พักภายในระยะเวลา 7 วัน ซึ่งผลการศึกษาใกล้เคียงกับของสำรวย 2531 ซึ่งกล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พักของไรแดงอยู่ในช่วง 15-20 องศาเซลเซียส อัตราฟักของไข่พักที่สร้างจากทุกระดับอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก และมีอัตราฟักที่สูง หมายถึงระดับอุณหภูมิของทุกชุดทดลองไม่มีผลกระทบต่อการฟักของไข่พัก

2.3 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน

อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่เลี้ยงโดยปรับระดับพีเอชให้อยู่ในระดับที่ควบคุมทุกวันมีอัตราสูงกว่ากลุ่มที่ปรับพีเอชวันแรกเพียงครั้งเดียว เนื่องจากในชุดที่ปรับพีเอชวันแรกเพียงครั้งเดียวพบว่าหลังจากวันแรกค่าพีเอชจะกลับไปสู่ระดับที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตตามปกติของไรแดง ไรแดงจึงมีการสร้างไข่พักน้อยกว่า ส่วนในชุดที่ปรับพีเอชทุกวันไรแดงต้องประสบกับการเปลี่ยนแปลงพีเอชแบบกระทันหันทุกวัน ซึ่งเป็นสภาพไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตตามปกติ จึงมีการสร้างไข่พักมากกว่า อัตราฟักของไข่พักที่ทุกระดับพีเอชมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน หมายถึงระดับพีเอชของทุกชุดทดลองในการเลี้ยงไรแดงไม่มีผลกระทบต่อการฟักของไข่พัก

2.4 อัตราการสร้างไข่พักที่ระดับแอมโมเนียแตกต่างกัน

ไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนีย 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับที่สร้างไข่พักสูงที่สุด สาเหตุมาจากแอมโมเนียที่ระดับต่ำกว่านี้ไม่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของไรแดงมากนัก จึงเปลี่ยนการสืบพันธุ์ไปเพียงเล็กน้อย ส่วนแอมโมเนียที่สูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลกระทบต่อไรแดงมากเกินไปจนทำให้ไรแดงบางส่วนอ่อนแอจนตาย หรืออ่อนแอจนไม่สามารถสืบพันธุ์ต่อได้ อัตราฟักของไข่พักที่สร้างจากทุกระดับแอมโมเนียมีอัตราใกล้เคียงกันแต่มีแนวโน้มว่าที่ระดับแอมโมเนียที่สูงขึ้นในการเลี้ยงไรแดงมีผลทำให้อัตราการฟักของไข่ลดลง ซึ่งเป็นไปได้ว่าแอมโมเนียที่สูงมีพิษต่อไข่พักจนไข่พักบางส่วนถูกทำลายและไม่สามารถฟักเป็นตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การผลิตไข่พักไรแดงเป็นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเป็นหัวเชื้อสำหรับการทำ pure culture

3.1 อัตราการฟักของไข่พักไรแดงที่ฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลินเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ 30-180 นาที ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการฟักของไข่พักมากนักเนื่องจากความเข้มข้นต่ำจึงไม่ทำอันตรายต่อไข่พัก ส่วนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อแช่นาน 180 นาที ทำให้อัตราฟักลดลง เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณฟอร์มาลินซึมผ่านเข้าในไข่พักมากขึ้นจนอาจเป็นอันตรายต่อไข่พัก และที่ระดับ 200 250 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นเวลา 1 นาที พบว่าความเข้มข้นยิ่งสูง ยิ่งทำให้อัตราการฟักลดลงเนื่องจากปริมาณที่แพร่ผ่านเข้าไข่พักมีมากจนอาจทำลายไข่พัก จึงทำให้ไข่พักไม่สามารถฟักออกเป็นตัวได้

3.2 อัตราการฟักของไข่พักไรแดงที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่างกัน

ไข่พักเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานขึ้นจะทำให้อัตราฟักลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำรวย 2531 ซึ่งมีสาเหตุมาจากปริมาณความชื้นในไข่พักลดลง สังเกตได้จากมีจำนวนไข่ที่ลอยน้ำมากขึ้นและระยะเวลาในการฟักนานขึ้นเนื่องจากต้องดูดซึมน้ำเข้าในไข่พักเป็นจำนวนเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มความชื้นให้เพียงพอต่อการฟักเป็นตัว นอกจากนั้นไข่พักที่เก็บเป็นเวลานานถ้าเก็บในที่ที่ไม่เหมาะสม มีความชื้นสูงเกินไปจะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตบนไข่พักได้ มีผลทำให้อัตราฟักของไข่ลดลงเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การบังคับให้ไรแดงเปลี่ยนการสืบพันธุ์จากไม่อาศัยเพศเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศทำได้โดยปรับสภาวะแวดล้อมให้ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าที่ระดับปัจจัยคุณภาพน้ำต่าง ๆ ต่อไปนี้เป็นค่าที่ทำให้ไรแดงสร้างไข่พักได้สูงสุดคือ เลี้ยงในที่ที่ได้รับแสงฟลูออเรสเซนต์ตลอด 24 ชั่วโมง เลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส เลี้ยงที่ระดับพีเอช 7.25 เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้ 80, 82, 40, 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การฆ่าเชื้อแบคทีเรียและปรสิตบนไข่พักของไรแดง พบว่าควรใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 100-150 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ระยะเวลาไม่ควรเกิน 90 นาที หรือใช้ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ 1 นาที และไม่ควรใช้ความเข้มข้นสูงกว่านี้เพราะทำให้อัตราฟักของไข่พักลดลงมาก

การเก็บไข่พักไว้สำหรับเป็นหัวเชื้อพบว่าเมื่อเก็บเป็นเวลานาน ทำให้อัตราการฟักต่ำลง จึงไม่ควรเก็บหัวเชื้อไว้นานเกินไป โดยระยะที่เหมาะสมคือไม่ควรนานเกิน 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2525. การเพาะไรแดง. เอกสารคำแนะนำ กรมประมง. 4 น.

กรมประมง. 2538. การเพาะไรแดงโดยใช้รำละเอียดหมัก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 34 น.

ทวี วิพุทธานุมาศ. 2532. การเพาะเลี้ยงไรแดง. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 14 น.

ธิดา เพชรมณี, มาวิทย์ อัศวอารีย์ และ สุจินต์ บุญช่วย. 2536. ความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วย *Cholrella* ในภาคใต้. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์ชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11 น.

บพิธ จารุพันธุ์. 2525. ปฏิบัติการสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง. ภาควิชาสัตววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 211 น.

บพิธ และนันทพร จารุพันธุ์. 2528. สัตววิทยา. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ. 445 น.

ประวิทย์ สุรนีรนาถ. 2531. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป. ภาควิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 32 น.

พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ, สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์ และอนุรักษ์ กิจเพิ่มเกียรติ. 2535. การทดลองใช้สารเคมีบางชนิดกำจัดอิปิสไตลิสพยาธิภายนอกของพันธุ์ไรแดงเพื่อเพิ่มผลผลิต.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, ทวี วิพุทธานุมาศ, วีระ วัชรกรโยธิน และ ทัศนีย์ สุขสวัสดิ์. 2532. การเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 9/2532. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 น.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, วีระ วัชรกรโยธิน และ ทัศนีย์ สุขสวัสดิ์. 2530. การเพาะไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4/2530. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 9 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์, ประวิทย์ สุรนีรนารท และ ประจิตร วงศ์รัตน์. 2524. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานการวิจัย. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 64 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 127 น.

วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และวิมล จันทร์โรทัย. 2526. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 26. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 17น.

สันทนา ดวงสวัสดิ์, ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ สมเพชร ไชยทอง. 2524. การศึกษาชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน. เอกสารงานนิเวศวิทยา ฉบับที่ 1/2524. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 14 น.

สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2529. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 7 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ก. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. คู่มือเกษตรกรฉบับที่ 6. กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 14 น.

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ข. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. *ใน* วารสารกสิกร ปีที่ 61 ฉบับที่ 1 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2531. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, เกษตรกลาง, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. น. 27-31.

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ค. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 72. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, เกษตรกลาง, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. 21 น.

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ง. การทดลองผลิตไข่ของไรแดง. วารสารการประมงฉบับที่ 5 กันยายน-ตุลาคม 2531. น. 481-484.

สุจินต์ ดีแท้ และประจวบ หลำอุบล. 2519. การทดลองเพาะเลี้ยงไรแดง. รายงานการค้นคว้าวิจัย 2519-2520. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุนันท์ ทวยเจริญ. 2520. การศึกษาอนุกรมวิธานและชีวิทยาบางประการของไรน้ำกลุ่ม Cladocerans ในเขตกรุงเทพมหานคร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 155 น.

สุภัทรา บุญญาจันทร์. 2531. การใช้สารเคมีกำจัดโปรโตซัวในไรแดง. ปัญหาพิเศษภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อนันต์ ตันสุตพานิช. 2526. การเก็บรักษาไข่ไรสีน้ำตาล. วารสารการประมง. 36(1):81-99.

Bellosillo, J.L. 1957. The systematics of North American *Daphnia*. Memoirs of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. XII. 180 p.

Bob A. 1996. The Brine Shrimp capital of the world. *Tropical Fish Hobbyish* 44(1):86-93.

Goulden, C. E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. Trans. Amer. Phil. Soc, 58(6):1-101.

Hasler, A.D. 1937. Methods for culturing Daphnia. pp' 214-215 In: Needham, J'G' 1937' Culture methods for invertebrate animals. Dover Publications, Inc, New York. 590 p.

Michael, B.N. 1980. Bay Brand Artemia. National Fresh water Prawn Research and Training Center Inland Fisheries Division, Department of fisheries. 8(14):1-5.

Pennak, R.W. 1978. Freshwater Invertebrate of the United State. John Willey and Sow, Inc., New York. 769 p.

Stuart, C.A. and A.M. Benta. 1931. Available Bacteria and the sex ratio in *Moina*. Physiol. Zool. 4(1) : 72-100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการสร้างไข่พักของไรแดง (เปอร์เซ็นต์) ที่เลี้ยงในระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิ	ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)							รวม
(°C)	1	2	3	4	5	6	7	
ปกติ (ห้อง)	0	0	0	0	0	1	3	4
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	5	10	15	10	2	42
15	0	5	15	40	15	0	0	75
16	0	0	20	31	14	5	0	70
17	0	0	0	8	14	25	35	82

ตารางผนวกที่ 5 อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) ของไข่พักที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงในระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	อัตราฟักของไข่พัก (เปอร์เซ็นต์)
ปกติ (ห้อง)	85
13	-
14	87.6
15	90
16	80
17	92.6

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการสร้างไข่พัก (เปอร์เซ็นต์) ของไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน (ปรับพีเอชทุกวัน)

ระดับพีเอช	ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)				รวม
	1	2	3	4	
ชุดควบคุม	0	10	10	10	30
6.50	0	8	10	9	27
6.75	0	10	10	9	29
7.00	0	9	9	10	28
7.25	0	13	15	12	40
7.50	0	11	11	10	32
7.75	0	9	9	10	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการฟักของไข่พักที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน

พีเอช	อัตราฟักของไข่พัก (เปอร์เซ็นต์)
ชุดควบคุม	49.6
6.50	47
6.75	45
7.00	46.3
7.25	47
7.50	48.6
7.75	47

ตารางผนวกที่ 8 ค่าพีเอชตลอดการทดลองของชุดที่มีการปรับค่าระดับพีเอชวันแรกเพียงครั้งเดียว

ระดับพีเอช	ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)			
	1	2*	3	4**
ชุดควบคุม	8.03	7.76	7.18	7.58
6.50	8.10	7.76	7.14	7.53
6.75	7.99	7.75	7.15	7.53
7.00	8.01	7.77	7.18	7.58
7.25	8.03	7.75	7.17	7.56
7.50	8.05	7.76	7.13	7.52
7.75	8.02	7.77	7.14	7.53

หมายเหตุ * วันแรกที่เริ่มสร้างไข่พัก ** วันสุดท้ายที่สร้างไข่พัก

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการสร้างไข่พัก (เปอร์เซ็นต์) ของไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน (ปรับพีเอชวันแรกเพียงครั้งเดียว)

ระดับพีเอช	ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)				รวม
	1	2	3	4	
ชุดควบคุม	0	10	10	10	30
6.50	0	8	10	9	27
6.75	0	9	9	9	27
7.00	0	10	9	9	28
7.25	0	12	9	9	30
7.50	0	10	9	9	28
7.75	0	9	7	8	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 อัตราการฟักของไข่พักที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับพีเอชแตกต่างกัน (ปรับพีเอชวันแรกเพียงวันเดียว)

พีเอช	อัตราฟักของไข่พัก (เปอร์เซ็นต์)
ชุดควบคุม	49.3
6.50	50.2
6.75	44
7.00	49.7
7.25	45
7.50	46
7.75	44.3

ตารางผนวกที่ 11 ค่าแอมโมเนียระหว่างการเลี้ยงไรแดง ที่มีการปรับระดับแอมโมเนียในวันแรก

ระดับแอมโมเนีย	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)				
(mg/l)	0	1	2	3	4
ชุดควบคุม	0.124	5.591	8.652*	12.315	16.141**
7.5	7.500	8.597*	13.408	15.686	17.180**
10	10.000	11.604*	15.759	18.929	23.685**
12.5	12.500	12.971*	16.907	18.929	19.467**
15	15.000	16.032	17.954	18.711**	19.804

หมายเหตุ * วันแรกที่เริ่มสร้างไข่พัก
** วันสุดท้ายที่สร้างไข่พัก

ตารางผนวกที่ 12 อัตราการสร้างไข่พัก (เปอร์เซ็นต์) ของไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียแตกต่างกัน (ปรับแอมโมเนียวันแรกเพียงครั้งเดียว)

ระดับแอมโมเนีย	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)					รวม
(mg/l)	0	1	2	3	4	
ชุดควบคุม	0	0	7	8	7	22
7.5	0	7	15	9	5	36
10	0	10	20	25	10	65
12.5	0	5	10	15	10	40
15	0	5	5	3	0	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chlorella medium

KNO_3	12.5	กรัม
$KHPO_4$	12.5	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	10	กรัม
CaCl	0.84	กรัม
H_3BO_4	1.14	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	0.88	กรัม
$MnCl_2.4H_2O$	0.14	กรัม
MoO_3	0.07	กรัม
$CuSO_4.5H_2O$	0.16	กรัม
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.05	กรัม
EDTA	5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

สูตรปุ๋ยที่ใช้เลี้ยง *Chlorella* โดยใช้สารเคมีทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร การใช้เลี้ยง *Chlorella* ทำโดยนำน้ำปุ๋ยที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตร นำไปปรับด้วยน้ำที่ปลอดเชื้อให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ใช้เลี้ยง *Chlorella*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้