ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการผลิตไข่พักของไรแดง (*Moina macrocopa*)

Effect of Light Intensity and Temperature on Cyst Production of *Moina macrocopa*

โดย
นางสาว กนกวรรณ กลิ่นเกษร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา _____
(อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

_____
(อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)
รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 31 เดือน ม.ค. พ.ศ. 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18184

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการผลิตไข่พักของไรแดง (*Moina macrocopa*)

Effect of Light Intensity and Temperature on Cyst Production of *Moina macrocopa*

T099272

โดย

นางสาว กนกวรรณ กลิ่นเกษร

ว/พ.
ก125ค
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการผลิตไข่พักของไรแดง (*Moina macrocopa*)

Effect of Light Intensity and Temperature on Cyst Production of *Moina macrocopa*.

การศึกษาผลของแสงและคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงโดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดดังนี้ ชุดที่ 1 ไม่ได้รับแสง ชุดที่ 2 ได้รับแสงธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์ (2514 ±130.69 ลักซ์) ชุดที่ 3 ได้รับแสงจากธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ (5750 ± 337.04 ลักซ์) ชุดที่ 4 ได้รับแสงจากหลอดฟูลออเรสเซนต์ตลอดเวลา ในแต่ละชุดทำการทดลอง 3 ซ้ำ พบว่าระดับคุณภาพน้ำในช่วงที่ไรแดงสร้างไข่พักมีค่าปริมาณ Soluble reactive phosphorus อยู่ในช่วง 2.54 - 3.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 2.52 – 3.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.14 - 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 6.88 - 7.54 อุณหภูมิอยู่ในช่วง 30.4 – 31.07 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 7.36 - 15.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.41 – 2.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง0.38-0.88 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการสร้างไข่พักมากที่สุดในชุดที่ได้รับแสงจาดฟลูออเรสเซนต์ตลอดเวลา และสร้างไข่พักน้อยที่สุดที่ชุดที่ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์

ผลของระดับอุณหภูมิที่มีต่อการสร้างไข่พักของไรแดงโดยใช้ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ทำการทดลองที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 6 ระดับ คือ ที่อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม) อุณหภูมิ 13, 14, 15, 16, และ 17 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พัก เนื่องจากไรแดงตายหมดในวันที่ 1 ของการทดลอง ที่ระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียสมีจำนวนการสร้างไข่พักเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.6 เปอร์เซ็นต์โดยเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 3 ของการทดลองและหยุดสร้างในวันที่ 6 พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่พักของไรแดงคือ 15 องศาเซลเซียส เพราะใช้ระยะเวลาสั้นและได้ผลผลิตสูง โดยไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้ในวันที่ 1 หยุดสร้างไข่พักวันที่ 4 ของการทดลอง และมีเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักเฉลี่ย 12.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ที่ได้แนะนำแนวทางในการดำเนินการทดลอง ให้ความรู้ คำปรึกษา พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำการทดลอง และขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการทำการทดลองที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษนี้มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ทุกท่าน ที่คอยให้ความสนับสนุน เป็นแหล่งทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้ทำให้มีผลสำเร็จอย่างน่าภาคภูมิใจ

นางสาว กนกวรรณ กลิ่นเกษร

พฤษภาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การสำรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	25
ผลการทดลอง	30
สรุปและวิจารณ์ผล	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) [Mean±SD]ในระหว่างการทดลอง	30
2	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง [Mean±SD] ในระหว่างการทดลอง	31
3	แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง	32
4	แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดการทดลอง	32
5	แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง	33
6	แสดงปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง	34
7	แสดงปริมาณ Soluble reactive phosphorus (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง	35
8	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง	35
9	แสดงเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักของไรแดงในระหว่างการทดลอง	36
10	การสร้างไข่พักของไรแดงในระหว่างการทดลอง(เปอร์เซ็นต์)	38

ตารางผนวกที่

1	อุณหภูมิระหว่างการทดลอง (องศาเซลเซียส)	44
2	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง	45
3	ค่าไนเตรทระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46
4	แสดงค่าไนไตรท์ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	47
5	ค่าแอมโมเนียระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	48
6	ค่าฟอสฟอรัสระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	49
7	ค่า Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	50
8	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระหว่างทำการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	51
9	จำนวนตัวที่สร้างไข่พักในระหว่างการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	52
10	ปริมาณไข่พักของไรแดงในแต่ละระดับอุณหภูมิ (เปอร์เซ็นต์)	53
11	ปริมาณความเข้มแสงในแต่ละทรีตเมนต์การทดลอง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพวาดไรแดง, *Moina macrocopa* (Straus)	5
2	ขาอก (Thorasic legs) ของไรแดง *Moina macrocopa* (Straus)	6
3	ส่วนประกอบและอวัยวะต่างๆ ของไรแดง, *Moina macrocopa* (Straus)	7
4	เปรียบเทียบลักษณะของไรแดง, *Moina macrocopa* (Straus)	9
5	ลักษณะของไรแดงเพศผู้	12
6	วงจรชีวิตของไรแดง	16
ภาพผนวกที่		
1	อุณหภูมิระหว่างการทดลอง (องศาเซลเซียส)	44
2	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง	45
3	ไนเตรทระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46
4	ไนไตรท์ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	47
5	แอมโมเนียระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	48
6	ฟอสฟอรัสระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	49
7	Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	50
8	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระหว่างทำการทดลอง(มิลลิกรัมต่อลิตร)	51
9	จำนวนตัวที่สร้างไข่พักในระหว่างการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	52
10	ปริมาณไข่พักของไรแดงในแต่ละระดับอุณหภูมิ (เปอร์เซ็นต์)	53
11	แสดงไข่พักของไรแดง	54
12	ลักษณะของไรแดงที่สร้างไข่พัก	55
13	ลักษณะของไรแดงที่สร้างลูก	55
14	ลักษณะของไรแดงที่มีปรสิตปนเปื้อน	56
15	โรติเฟอร์ ที่พบในการทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการผลิตไข่พักของไรแดง (*Moina macrocopa*)

Effect of Light Intensity and Temperature on Cyst Production of *Moina macrocopa*.

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมาก เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคนิคและวิธีการให้เหมาะสม โดยเฉพาะขั้นตอนในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำ เพื่อที่จะให้ได้ลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพดี แข็งแรง และมีอัตราการรอดสูง อาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนจึงมีความสำคัญในการอนุบาลสัตว์น้ำ เนื่องจากลูกสัตว์น้ำมีขนาดเล็กและมีความบอบบาง อาหารที่ดีต้องมีความเหมาะสมทั้งด้านขนาดและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง รวมทั้งต้องไม่ทำให้น้ำในบ่ออนุบาลเน่าเสียได้ง่าย ไรแดง (*Moina macrocopa* Straus) จึงเหมาะที่จะเป็นอาหารมีชีวิตที่ใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ดี เนื่องจากมีขนาดพอเหมาะและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วย โปรตีน 74.1 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรท 12.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10.2 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ, 2524) ไรแดงยังสามารถดำรงชีวิตได้นานพอที่ลูกสัตว์น้ำจะกินหมด จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียอันจะส่งผลต่อสุขภาพของลูกสัตว์น้ำ ทำให้การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการรอดที่สูง

ในอดีตไรแดงสามารถรวบรวมได้จากในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันพื้นที่อยู่อาศัยของไรแดงลดน้อยลง แต่ความต้องการไรแดงมีมากขึ้น พร้อมกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เสื่อมโทรมลง ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ในเพาะเลี้ยงไรแดง พ่อแม่พันธุ์ที่เคยมีในธรรมชาติก็สูญหายไป รวมทั้งปัญหาในความไม่สะดวกในการขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงที่มีชีวิตไปในระยะทางไกล ๆ และการเพาะเลี้ยงในปัจจุบันที่ยังไม่มีความสะอาดเพียงพอ ทำให้มีเชื้อโรคต่าง ๆ ปะปนไปกับไรแดง ทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่กินไรแดงเข้าไป (กรมประมง, 2538)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง เช่น คุณภาพน้ำ อุณหภูมิ เพื่อค้นหาเทคนิคและแนวทางในการผลิตและเก็บรักษาไข่พักไว้เป็นหัวเชื้อเพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนไรแดงในการอนุบาลสัตว์น้ำและแก้ปัญหาการบอบช้ำของพ่อแม่พันธุ์ไรแดงในการขนส่ง เพื่อช่วยให้ผลิตไรแดงสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 ศึกษาผลของแสงที่มีต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของไรแดง

1.1.2 คุณภาพน้ำระหว่างการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของไรแดง

1.1.3 ศึกษาถึงอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร

2.1 ชีววิทยาของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจำพวกครัสตาเซียน (Crustacean) ที่มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า Pennak (1978) ได้จัดอนุกรมวิธานของไรแดงดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Branchiopoda (phyllopoda)

Order Cladocera (Water flea)

Suborder Calypotomera

Family Daphnidae

Genus *Miona*

Species *macrocopa*

2.2 ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดงมีขนาด 0.4-1.8 มิลลิเมตร ตัวมีสีแดงเรื่อๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะเห็นเป็นกลุ่มสีแดงชัดเจน โดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย จะมองเห็นไรแดงมีสีเข้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไรแดงจะผลิต haemoglobin เพิ่มปริมาณมากขึ้นเพื่อใช้รับออกซิเจน ไรแดงมีส่วนหัวกว้าง มีตารวมขนาดใหญ่ มีแอ่งที่ซอกคอ (cervical sinus) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่ สั้น ไม่แบ่งเป็นปล้องตรงปลายหนวดคู่แรกมีขนเล็กๆ 5-6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก (sense hair) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ตรงปลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนงจะมีจำนวนปล้องไม่เท่ากันโดยแขนงแรกมี 3 ปล้องและแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนด้านท้องมีหนามเล็ก ๆ ที่ postabdomen มีหนามแหลม 9 อัน เรียงกันเป็นแถว หนามอันแรกอยู่ใกล้ฐานของ postabdominal spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยกเป็น 2 แฉก เรียก bident (สันทนา ดวงสวัสดิ์, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะโดยละเอียดของไรแดงเพศเมีย (ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ ,2524)

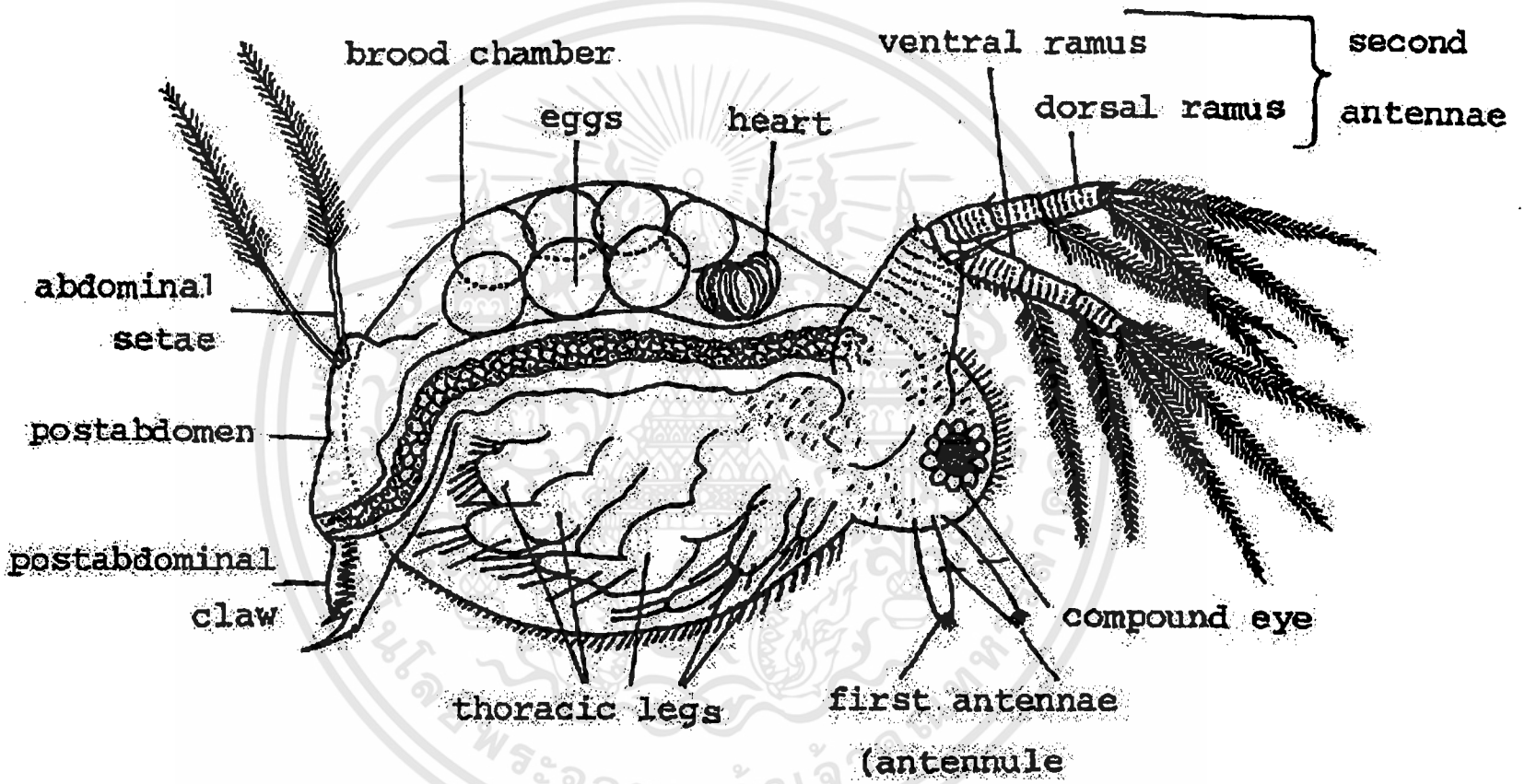
ลำตัวไรแดงปกคลุมด้วยเปลือกไข่ เปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นชิ้นเดียว แต่งอพับตรงด้านหลังของไรแดง และเปิดออกตรงด้านท้อง โดยมากที่หัวและเปลือกหุ้มลำตัวมีขนบางๆ ปกคลุมขนบนหัวด้านหลังยาวกว่าขนที่บริเวณอื่น ยกเว้นในตัวเมียที่กำลังสร้างไข่ จะไม่มีขนบนเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะในบริเวณส่วนหลัง (ภาพที่ 1)

หัวมีลักษณะกลม ไม่มีแอ่งเหนือตา ยกเว้นในไรแดงที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น มีตาประกอบ (compound eye) ซึ่งเป็นอวัยวะรับแสง 1 อัน ประกอบด้วยจุดสีดำขนาดใหญ่ ล้อมรอบด้วยเลนซ์ใสๆ หลายอัน ตาประกอบสามารถกลอกไปมาโดยอาศัยกล้ามเนื้อตาทั้ง 6 มัด ขนาดตาประกอบปานกลาง ตำแหน่งของตาประกอบอยู่บริเวณกึ่งกลางของหัว ที่ส่วนหัวมีรยางค์ 2 คู่ คือ

หนวดคู่ที่ 1 มี 2 เส้น เป็นแบบ uniramous รูปร่างคล้ายบุหรี่หรือซิการ์ รอบหนวดมีขนสั้นซึ่งมีหน้าที่รับความรู้สึก (sensory hairs) อยู่เรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวดที่ด้านข้าง ซึ่งตรงจุดกึ่งกลางของหนวดมีขนแข็งรับความรู้สึกขนาดค่อนข้างยาว 1 เส้น นอกจากนี้ที่ปลายสุดของหนวดคู่ที่ 1 ยังมีกลุ่มขนแข็งขนาดสั้นๆ เรียกว่า olfactory setea

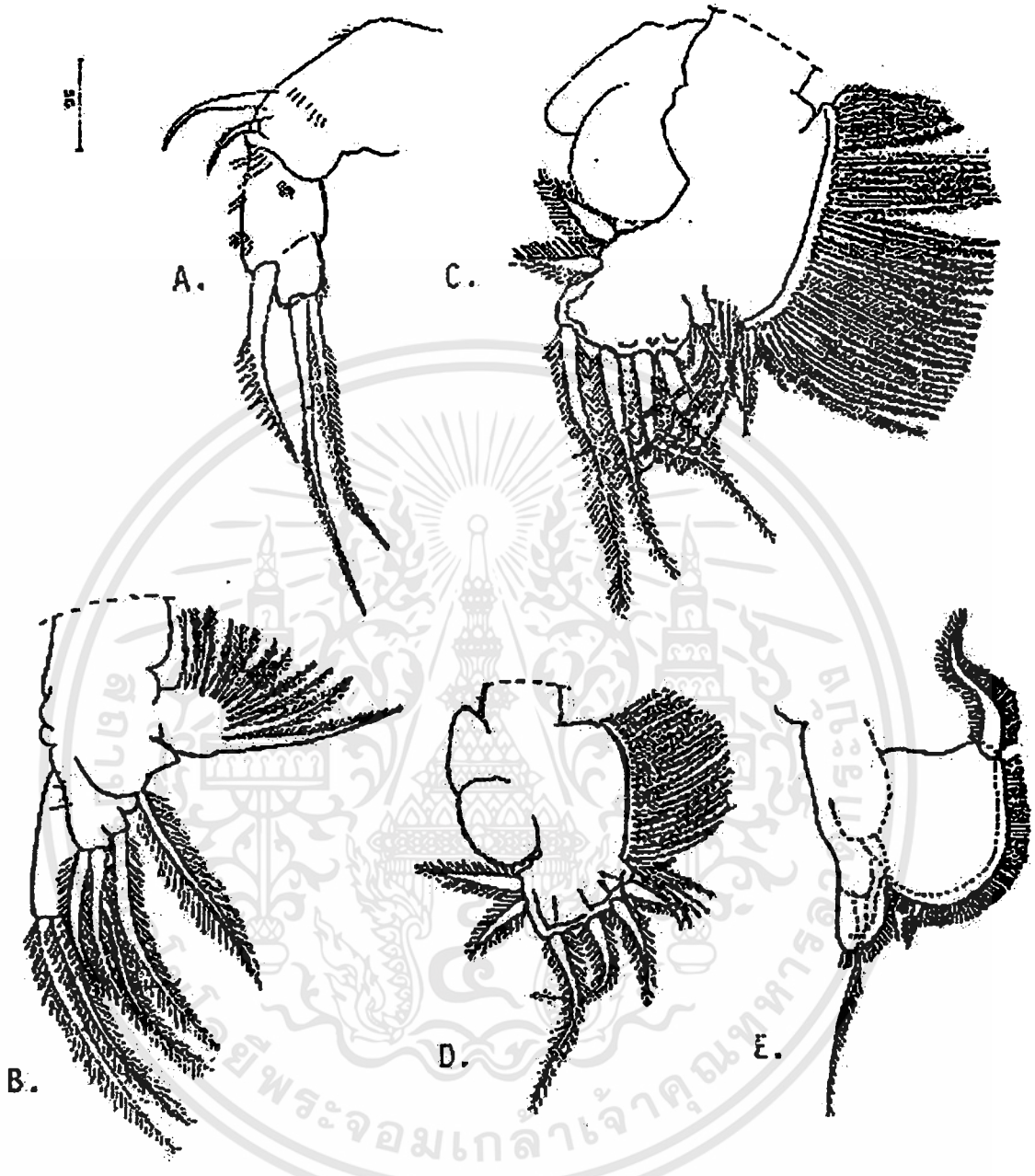
หนวดคู่ที่ 2 มี 2 เส้นขนาดใหญ่กว่าหนวดคู่ที่ 1 เป็นแบบ biramous บนหนวดคู่นี้มีขนสั้นเรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวด เป็นอวัยวะสำคัญในการว่ายน้ำเนื่องจากมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ หนวดแต่ละเส้นประกอบด้วยส่วนฐาน (basipod) โคนของส่วนฐานมีขนรับความรู้สึก 2 เส้น สันนิษฐานว่ามีหน้าที่ตรวจสอบความแรงของกระแสน้ำที่พัดผ่านตัว นอกจากนี้ที่ปลายของส่วนฐานยังมีขนรับความรู้สึกอีก 1 เส้น ส่วนฐานแบ่งออกเป็น 2 แขนง (rami) แขนงบนเรียกว่า exopod แขนงล่างเรียกว่า endopod exopod ยังแบ่งออกได้อีก 4 ปล้อง ปล้องที่ 1 มีขนาดสั้นที่สุด ปล้องนี้ไม่มีเส้นขนนกขนาดยาว (plumose setae) ที่ช่วยในการว่ายน้ำ หรือเรียกว่า swimming setae ปล้องที่ 2 – 4มีความยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 2 ไม่มีเส้นขนนกแต่มีหนามแข็ง (spine) เพียง 1 อัน ปล้องที่ 3 มีเส้นขนนก 1 เส้น ส่วนปลายสุดของปล้องที่ 4 มีเส้นขนนก 3 เส้นและหนามแข็ง 1 อัน endopod แบ่งออกได้เป็น 3 ปล้อง แต่ละปล้องยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 1,2 มีเส้นขนนกปล้องละ 1 เส้น ส่วนปลายสุดของปล้องที่ 3 มีเส้นขนนก 3 เส้นและหนามแข็งอีก 1 อัน ปากอยู่ที่ส่วนหัว ส่วนประกอบของปากประกอบด้วย labrum มีขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแผ่น 1 อัน มี mandibles 1 คู่ maxillae, maillae และริมฝีปาก mandibles ซึ่งมีอยู่ 1 คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ภาพวาดไรแดง, Moina macrocopa (Straus)

ที่มา : ลัดดา วงรัตน์ และคณะ (2524)



<u>ภาพที่</u> 2 ขาอก (Thorasic legs) **ของไรแดง** *Moina macrocopa* (Straus)

A. Leg 1; B. Leg 2; C. Leg 3; D. Leg 4; E. Leg 5.

ที่มา : ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพที่</u> 3 ส่วนประกอบและอวัยวะต่างๆ ของไรแดง, *Moina macrocopa* (Straus)

A. หนวดคู่ที่ 2 (Second antennae) ventral view

B. Postabdomen

C. หนามแข็ง (Setae) ที่ขอบเปลือกหุ้มลำตัว

ที่มา: ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเชื่อมติดกันเป็นแผ่นเดียว ส่วนนี้เป็นส่วนที่แข็งแรงเพราะเป็นขอบเป็นขี่แข็งและคมช่วยในการบดเคี้ยวอาหาร maxillule มี 1 คู่ขนาดเล็ก อยู่ที่ด้านข้างของลำตัว คืออยู่ระหว่าง mandibles และริมฝีปาก maxillule มีรูปร่างค่อนข้างแหลมตรงปลายมีขนโค้งๆ หลายเส้น หน้าที่ของ maxillule คือช่วยดันอาหารให้เข้าไปใน mandibles ส่วนประกอบของปากชิ้นสุดท้ายคือ maxillae ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีหน้าที่ในการกินอาหาร แต่ช่วยเปิดต่อมขับถ่ายของเสีย (excretory organ)

รูปร่างของเปลือกหุ้มลำตัวเป็นรูปไข่ มีลายรูปหกเหลี่ยมหรือร่างแห ซึ่งมีขนบางๆ อยู่เรียงกันบนเส้นขนานของลายตัวดังกล่าว ตรงมุมบนของเปลือกมีขอ 2 อัน ที่ขอบด้านท้องของเปลือกมีขนแข็งๆ จำนวน 55 – 65 อัน ขนตรงส่วนหน้ามีความยาวมากกว่าขนที่ส่วนท้าย ผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวบางกว่าผิวนอกมาก ผิวของเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะด้านในมีหน้าที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การหมุนเวียนของโลหิตเกิดที่ช่องว่างระหว่างผิวด้านในและผิวด้านนอกของเปลือกหุ้มลำตัว

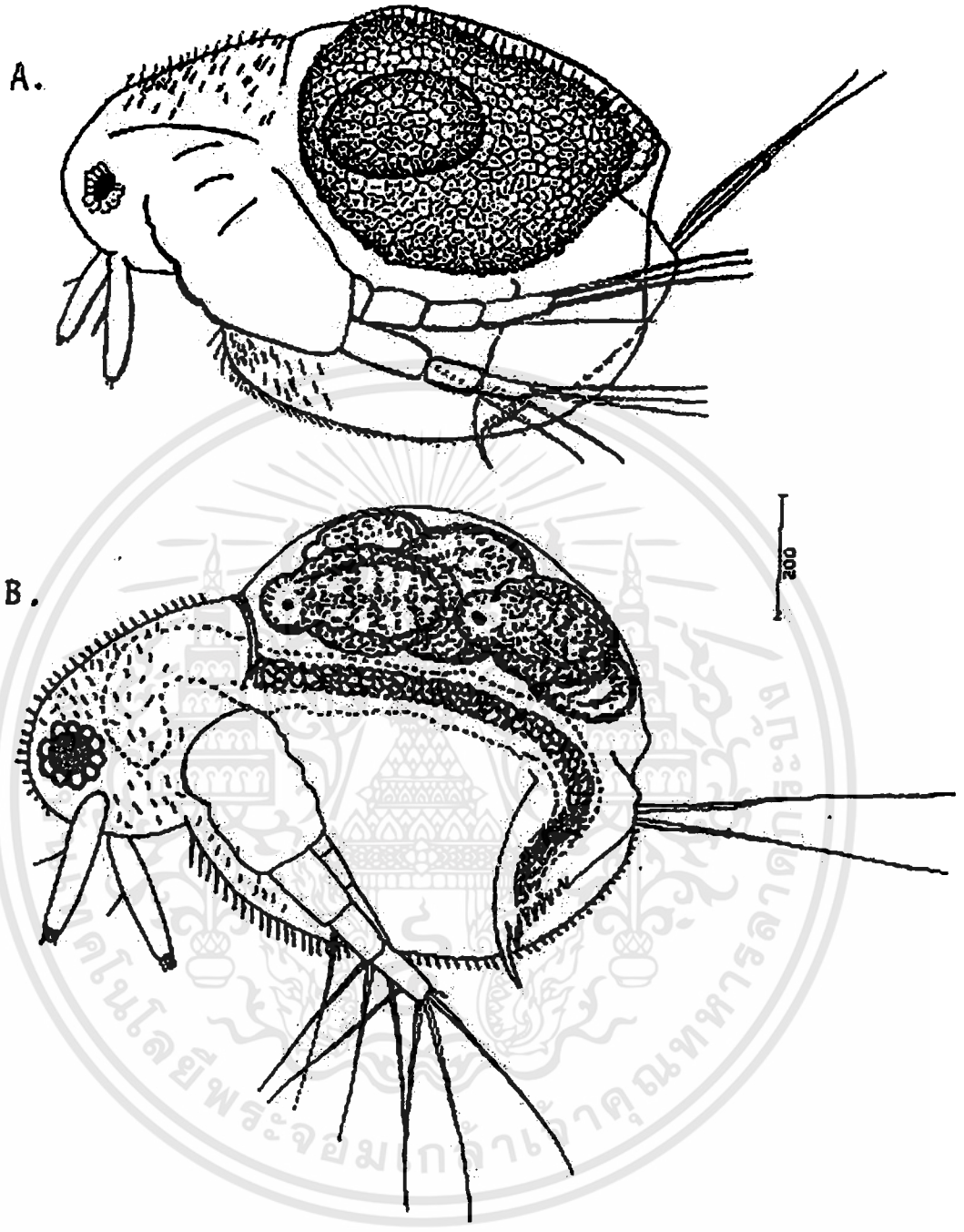
ลำตัวของไรแดงไม่ติดกับเปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอก (thorax) ซึ่งมีขาที่ส่วนอกจำนวน 5 คู่ (ภาพที่ 2) และส่วนท้อง (abdomen) ทางเดินอาหารซึ่งเริ่มต้นจากส่วนหัว มีลักษณะเป็นท่อค่อนข้างตรงพาดไปตามความยาวของลำตัว ที่ด้านข้างของกึ่งกลางทางเดินอาหารเป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีโครงสร้างอย่างง่ายๆ ท่อทางเดินอาหารของไรแดงเห็นได้ยากเนื่องจากลำตัวค่อนข้างทึบเพราะไรแดงชอบอาศัยในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างขุ่น ทางเดินอาหารเริ่มจากปากที่ต่อกับคอหอย (esophagus) ซึ่งเป็นช่องแคบๆ แล้วถึงกระเพาะอาหารซึ่งกว้างกว่าส่วนคอหอยต่อจากกระเพาะอาหารเป็นลำไส้ ส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหารคือ rectum และของเสียจะถูกปล่อยออกภายนอกที่รูก้น (anus) ซึ่งอยู่ด้านท้องของโพ๊สท์แอบโดเมน ทางเดินอาหารมักมีอาหารบรรจุอยู่เต็ม เนื่องจากไรแดงเป็นสัตว์ที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา ไรแดงกินอาหารโดยวิธีกรองจากน้ำ (filter feeding)

ลักษณะขาที่ส่วนอกทั้ง 5 คู่ (ภาพที่ 2) มีดังนี้

ขาคู่ที่ 1 มีขนาดเล็ก ไม่มี exopod มีจำนวนของเส้นขน (hairs and setae) น้อยที่สุด ส่วนโคนไม่มี gnatobase แต่มีส่วน epipodite ขนแข็งเส้นบนสุดซึ่งอยู่บนปล้อง penultimate มีซี่ฟันเรียงเป็นแถวที่ด้านนอกของขน และขนแข็งเส้นนี้เป็นลักษณะเด่นของไรแดง ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนแม้ว่าจะถูกปกคลุมด้วยเปลือกหุ้มตัวก็ตาม ขาคู่ที่ 1 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัว

ขาคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าขาคู่ที่ 1 บนส่วนของ gnatobase ของ basipod มีลักษณะเป็นพู บนพูนี้มีเส้นขนนกเรียงกันเป็นแถว ขาคู่ที่ 2 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวเช่นเดียวกับขาคู่ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่</u> 4 เปรียบเทียบลักษณะของไรแดง, *Moina macrocopa* (Straus)

A. ไรแดงซึ่งสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual female)

B. ไรแดงซึ่งสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Parthenogenetic female)

ที่มา: ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาคู่ที่ 3 และขาคู่ที่ 4 มีลักษณะคล้ายกัน แต่ขาคู่ที่ 3 มีขนาดใหญ่กว่า ขาทั้ง 2 คู่นี้มีเส้นขนนกบนส่วนของ endopod ลักษณะคล้ายซี่หวี จึงมีหน้าที่สำคัญในการกรองอาหาร ขาคู่ที่ 3 และ 4 ไม่มีส่วนของ gnatobase ที่โคนขา

ขาคู่ที่ 5 มีขนาดเล็กที่สุด endopod แบ่งเป็นปล้อง 1 – 2 ปล้อง exopod มีขนาดใหญ่มีหน้าที่ช่วยในการกระทุ่มน้ำ

โพ๊สท์แอบโดเมน (ภาพที่ 3) อยู่ส่วนท้ายของลำตัว มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนกว้าง ลักษณะเป็นรูปกรวยตรงมุมบนของส่วนนี้มีขนขนาดยาวมาก 2 เส้น เรียกว่า abdominal setae (ภาพที่ 3c) และบริเวณนี้ยังมีขนสั้น ๆ เรียงกันเป็นแถวจำนวนหลายแถวอีกด้วย ปลายสุดของโพ๊สท์แอบโดเมนมีอุ้งเล็บหรือ claw โค้ง ๆ 2 อัน ด้านเว้าของอุ้งเล็บดังกล่าวมีซี่ฟันขนาดเล็กเรียงกัน 1 แถว ถัดจากอุ้งเล็บมีซี่ฟันรูปสองแฉก 1 ซี่ และยังมีฟันรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีขอบเป็นจักคล้ายขนนกจำนวน 9 – 11 ซี่ ฟันทั้งหมดอยู่ที่ขอบของโพ๊สท์แอบโดเมน ระหว่างอุ้งเล็บและ bident อาจมีหนามสั้น ๆ 2-3 อันก็ได้ โพ๊สท์แอบโดเมนมีหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำหรือกำจัดเศษอาหารออกจากลำตัว

โดยทั่วไปประชากรของไรแดงประกอบด้วยตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) บางช่วงเวลาในรอบปีที่ประชากรของไรแดงจะมีตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (ephippial female หรือ sexual female) และตัวผู้ ลักษณะของตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะคล้ายกับตัวเมียชนิดแรก (ภาพที่ 4) เพียงแต่ขนาดของตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีขนาดลำตัวเล็กกว่า คือ ยาวประมาณ 0.7-1.1 มิลลิเมตร

ฝักไข่ หรือ ephippium ประกอบด้วยไข่จำนวน 2 ฟอง แต่ละฟองมีรูปร่างคล้ายอานม้า ซึ่งระยะแรกไข่ทั้ง 2 ฟองจะเรียงตัวกันในแนวราบทำให้ดูเหมือนกับว่ามีเพียงฟองเดียวเท่านั้น แต่เมื่อไข่แก่มันจะเรียงกันในแนวตั้ง จึงทำให้เห็นว่ามี 2 ฟองอย่างชัดเจน สีของ ephippium เป็นสีน้ำตาล และมีลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือรูปหกเหลี่ยม

2.3 ลักษณะของไรแดงเพศผู้

เปลือกหุ้มลำตัวรูปไข่และปกคลุมด้วยขนบางๆ ขนบนหลังมีขนาดยาวกว่าขนที่ท้อง แต่จำนวนของบนส่วนหัวจะน้อยกว่าส่วนอื่นของเปลือกหุ้มลำตัว

หัวมีขนาดใหญ่ ไม่มีแอ่งเหนือตา ตาประกอบขนาดใหญ่ กินเนื้อที่เกือบทั้งหมดของส่วนหัว จุดตั้งต้นของหนวดคู่ที่ 1 อยู่ใต้ด้านหน้าของหัวหรืออยู่ใต้ตาประกอบ หนวดคู่ที่ 1 (ภาพที่ 5) มีขนาดยาวมาก ตรงกึ่งกลางของหนวดจะโค้งเข้าหาลำตัว และปลายสุดมีขอสั้น ๆ 4-6 ขออยู่เรียงกันเป็นวงล้อมรอบปุ่มรับความรู้สึก (sensory papillae) ขอเหล่านี้มีหน้าที่ช่วยในการผสมพันธุ์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

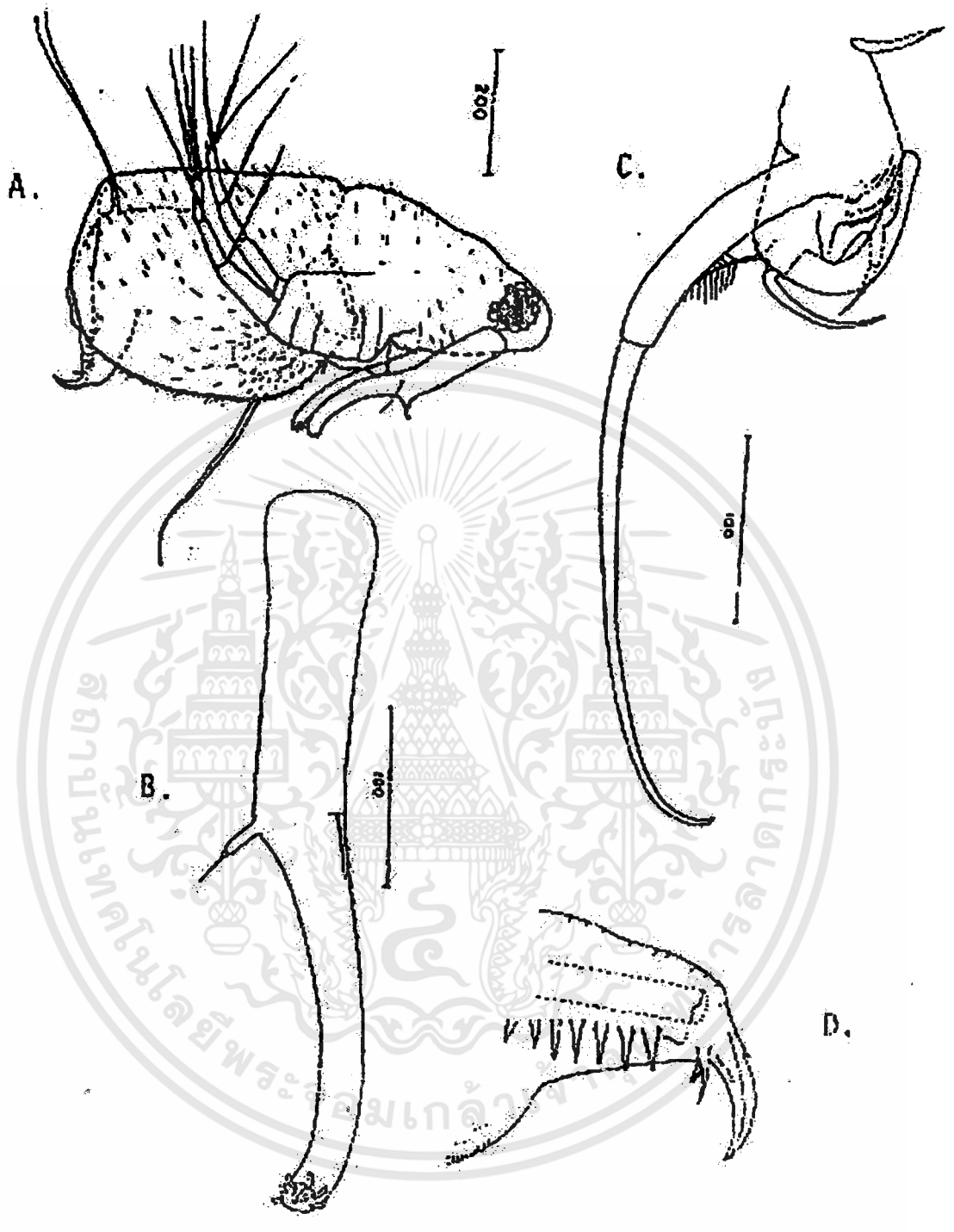
ไรแดง ส่วนหัวของตัวเมียแยกออกจากเปลือกหุ้มลำตัว โดยมีร่อง (groove) ตื้น ๆ ซึ่งร่องนี้เห็นชัดในตัวผู้มากกว่าตัวเมีย

บนเปลือกหุ้มลำตัวของตัวผู้มีลายเป็นร่างแหเช่นเดียวกับตัวเมีย บนเส้นขนานของร่างแหจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ที่ขอบด้านหน้าของเปลือกหุ้มลำตัวมีขนแข็ง ๆ 35-40 เส้น ขนที่ส่วนหน้ามีขนาดยาวกว่าขนที่ส่วนท้ายและที่มุมบนของเปลือกหุ้มลำตัวมีขอสั้น ๆ มุมละ 1 อัน มีหน้าที่ยึด abdominal setae ที่ส่วนบนของโพ๊สท์แอบโดเมน ขาคู่ที่ 1 ของไรแดงตัวผู้มีขอขนาดใหญ่และโค้ง 1 อัน (ภาพที่ 5c) มีหน้าที่สำคัญในการจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ ขอนี้ตั้งอยู่บนส่วนของ penultimate ซึ่งมีขนบาง ๆ จำนวนมาก ปล้องสุดท้ายของขาคู่ที่ 1 มีขนขนาดยาวไม่เท่ากันจำนวน 3 เส้น เส้นที่อยู่กลางมีลักษณะคล้ายขอ ส่วนขนอีกสองเส้นมีลักษณะคล้ายขนนก ปลายสุดของ exopod ของขาคู่นี้มีขนอีก 1 เส้น ขนาดยาวมาก คือยาวจนจรดขอบด้านท้องของเปลือกหุ้มลำตัวหรืออาจยาวมากกว่าก็ได้ นอกจากนี้ ขอนี้ยังโค้งขนานไปกับขอบด้านท้องอีกด้วย

โพ๊สท์แอบโดเมนของตัวผู้ มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเมีย เช่น มีขนที่ด้านบนและมีซี่ฟันลักษณะคล้ายขนนกที่ขอบล่างของโพ๊สท์แอบโดเมน จำนวน 7-10 ซี่ เป็นต้น ส่วนที่แตกต่างจากเพศเมียคือ ส่วนล่างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมนั้น มีฐานของรูปสามเหลี่ยมยาวกว่า และที่ตั้งของอุ้งเล็บอยู่กึ่งกลางส่วนล่างของโพ๊สท์แอบโดเมน ช่องเปิดเซลล์สืบพันธุ์มี 2 ช่อง อยู่ที่ด้านท้องของอุ้งเล็บหรือบริเวณส่วนโคนของอุ้งเล็บพอดี testes ตั้งอยู่ 2 ข้างของลำไส้ มีขนาดเล็กภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ ลักษณะใส ๆ รูปร่างของเซลล์สืบพันธุ์เป็นแบบแท่ง (rod shape) ตัวผู้มีลำตัวยาวประมาณ 0.45-0.70 มิลลิเมตร

การแยกเพศของไรแดงจะสังเกตได้จากไรแดงเพศผู้จะมีรูปร่างเล็กและยาวเรียวกว่าไรแดงเพศเมีย มีขนาด 0.5-0.8 มิลลิเมตร ระยางค์ขาคู่แรกมีขนาดใหญ่และมีตะขอสำหรับยึดเกาะผสมพันธุ์กับเพศเมีย มีหนวดคู่แรก (antennules) ยาวกว่าเพศเมีย 1 เท่า ที่ปลายหนวดจะมีขนซึ่งมีตะขอเล็ก ๆ อยู่ 5 อัน ส่วนไรแดงเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้และมีตัวอ้วนเกือบกลม มีขนาด 1.0-1.5 มิลลิเมตร (Pennek, 1978) ไรแดงที่พบทั่วๆ ไปจะเป็นเพศเมีย เมื่อโตเต็มที่จะมีตัวอ่อนอยู่ภายในถุงหน้าท้องประมาณ 4-5 ตัว บางครั้งจะเห็นไข่ที่กำลังเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนภายในถุงหน้าท้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่</u> 5 ลักษณะของไรแดงเพศผู้

A. ตัวเต็มวัย (Adult); B. หนวดคู่ที่ 1 (Antennule); C. Leg 1;
D.Postabdomen

ที่มา: ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสืบพันธุ์ของไรแดง

ไรแดงสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) เกือบตลอดปี ฉะนั้นตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบนี้ จึงมีชื่อเรียกเฉพาะว่า parthenogenetic female ซึ่งจะผลิตไข่ชนิดพิเศษหรือ parthenogenetic egg ไข่ชนิดนี้สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อตัวผู้เพื่อการผสมพันธุ์ จำนวนไข่ไม่แน่นอน คือมีจำนวนตั้งแต่ 2 –30 ฟอง โดยเฉลี่ยมีจำนวน 15 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และความสมบูรณ์ของตัวแม่ ไข่ชนิดนี้เมื่อถูกผลิตขึ้นมาจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ (brood chamber) ซึ่งเป็นช่องว่างตรงส่วนหลังระหว่างเปลือกหุ้มลำตัว ช่องฟักไข่นี้สามารถปิดและเปิดได้โดยอาศัยเส้นขน 2 เส้นบนโพ๊สท์แอบโดเมน ที่เรียกว่า postabdomail setae ไข่จะเจริญอยู่ในช่องฟักไข่นับแต่ฟักเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยจนกระทั่งถูกปล่อยออกจากตัวแม่ ดังนั้นไรแดงจึงมีระยะวัยอ่อน (larval form) ตัวอ่อนได้อาหารจากแม่โดยการขยับของโพ๊สท์แอบโดเมนมาทางข้างล่าง โดยทั่วไปไข่ชุดใหม่จะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ทันทีที่ตัวอ่อนชุดแรกปล่อยออกจากตัวแม่ ขบวนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งเกิดสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมขึ้น เช่น ประชากรเกิดขึ้นหนาแน่น การขาดแคลนอาหาร การเกิดของเสียปริมาณมากในน้ำหรือสภาวะอากาศไม่เหมาะสม เป็นต้น ปัจจัยดังที่กล่าวมานี้จะมีอิทธิพลทำให้ไรแดงเปลี่ยนวิธีการสืบพันธุ์เป็นแบบมีเพศ ซึ่งในช่วงเวลานี้จะมีไรแดงตัวผู้และไรแดงตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบมีเพศ (sexual female หรือ ephippial female) ขึ้นในประชากรไรแดง

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 ของไรแดงเมื่อเจริญเต็มวัยที่จะผลิตไข่ชนิดที่เรียกว่า sexual egg ขึ้นจำนวน 2 ฟอง (รังไข่ละ 1 ฟอง) และมีลักษณะทึบแสง ซึ่งต้องผสมพันธุ์กับเชื้อตัวผู้ จึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ ในเวลาเดียวกับที่ sexual egg ถูกผลิตขึ้นมานั้นจะมีการสร้างเปลือกหุ้มไข่ (ephippial shell) โดยที่ผนังของช่องฟักไข่จะเริ่มหนาขึ้นพร้อมกับมีสีเข้มขึ้นด้วย เปลือกหุ้มไข่มีลักษณะคล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อานม้า ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่และเปลือกหุ้มไข่ที่สร้างขึ้นล่วงหน้าแล้วจะปิดรอบไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว เมื่อไรแดงตัวแม่ลอกคราบครั้งต่อไป ephippium จะถูกปล่อยออกจากตัวแม่ และจมสู่พื้น ephippium ของไรแดงได้ถูกสร้างขึ้นมาอย่างพิเศษ คือ มีเปลือกหนาและมีลวดลายรูปหกเหลี่ยม จึงมีความสามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตได้อย่างดี ต่อเมื่อสภาวะแวดล้อมกลับสู่สภาวะปกติ ไข่ชนิดดังกล่าวจะเจริญเป็น parthenogenetic female egg อีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 6)

Sexual egg ที่ไม่ได้รับการผสมจะสลายตัวไป โดยที่ไม่ต้องเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่และเปลือกหุ้มไข่ที่ถูกสร้างขึ้นก็จะสลายตัวไปโดยอัตโนมัติด้วย

รูปร่างลักษณะของ parthenogenetic female คล้ายกับ sexual female (ภาพที่ 4) แต่ต่างกันตรงที่ชนิดหลังมีขนาดเล็กกว่า และที่สำคัญที่สุดคือ sexual female สามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ กล่าวคือ เมื่อผลิต sexual eggs อย่างน้อย 1 ชุดแล้ว ก็อาจสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศได้อีก นอกจากนี้ sexual female ยังสามารถจับคู่กับตัวผู้ได้อีกด้วย ส่วน parthenogenetic female แม้ว่าสามารถผลิต sexual eggs แต่จะไม่สามารถจับคู่กับตัวผู้ได้เลย

2.6 วงจรชีวิตของไรแดง

ระยะเวลาที่ไรแดงที่ฟักออกจากไข่ เจริญเป็นตัวเต็มวัย จนกระทั่งตายไปไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม Pennak (1958) ได้แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงแบ่งออกได้ 4 ระยะ ดังนี้ (ภาพที่ 6)

ระยะที่ 1 ไข่ (egg)

ระยะที่ 2 Juvenile instar ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ระยะ คือ first และ second juvenile instar

ระยะที่ 3 Adolescent instar มี 1 ระยะ

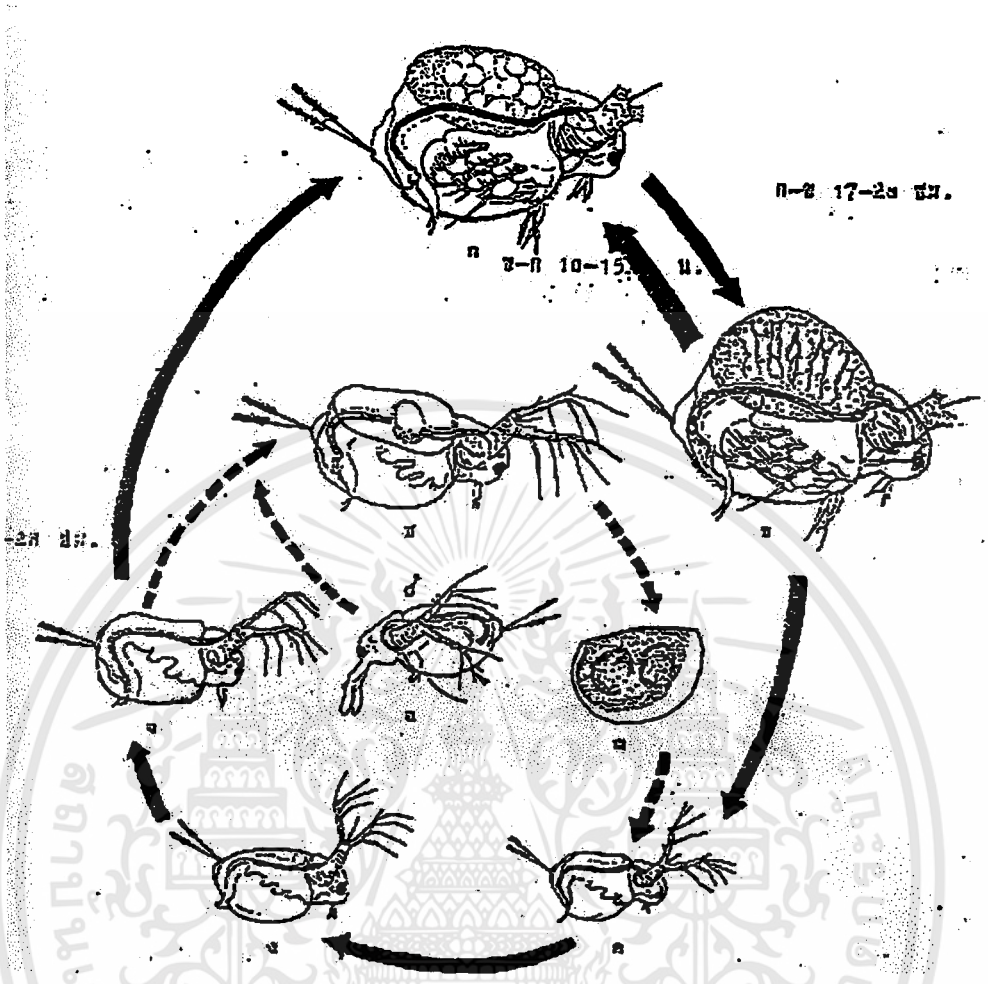
ระยะที่ 4 ตัวเต็มวัย (adult)

เมื่อไข่เคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่ขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง พอ first juvenile ออกจากตัวแม่แล้ว จะทำการลอกคราบออกเป็น second juvenile instar ซึ่งระยะนี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่สองซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า adolescent instar (ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย (adult) ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองอยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้น ถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ไรแดงสามารถผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากติดต่อกันโดยไม่ขาดตอนเลย การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมาก อาจเป็นเวลา 2 – 3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลาที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2 – 3 ชั่วโมงก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร คุณสมบัติของน้ำ และภูมิอากาศ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 วงจรชีวิตของไรแดง

ก ตัวเต็มวัยมีไข่อยู่ใน brood chamber (ระยะ egg)

ข ตัวเต็มวัยมีตัวอ่อนอยู่ภายใน brood chamber และตัวอ่อนพร้อมจะออกจากตัวแม่ (ระยะ juvenile)

ค-จ ตัวอ่อนที่ออกจากตัวแม่และพร้อมจะสร้างไข่ (ระยะ aldolescent) + (ระยะ mature + ลอกคราบ)

ฉ เป็นไรแดงเพศผู้เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม

ช-ฌ ไรแดงเพศเมียที่ได้รับการผสมจากตัวผู้จะสร้าง resting egg ซึ่งมี 2 ใบต่อ 1 ตัว

ก-ข ตัวแม่ออกลูกแล้ว 10-15 นาที ก็จะมีเซลล์ไข่ใน brood chamber

ที่มา: พรนภา ลำเลียงผล (2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 อาหารของไรแดง

อาหารของไรแดงได้แก่ โปรโตซัว แพลงค์ตอนสัตว์ แพลงค์ตอนพืช เช่น ยูกลีน่า คลอเรลล่า และ อินทรีย์สารที่เน่าเปื่อย (Stuart and Benta, 1931; Pennak, 1978) จากการทดลองเลี้ยงไรแดงพบว่าไรแดงไม่เลือกชนิดอาหาร โดยมันจะกรองสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทุกอย่างเข้าปาก (Pennak, 1978; Brooks, 1957) จากการทดลองของ วรากร วรอัศวปติ (2514) พบว่า ไรแดงสามารถกินถั่วปนโดยตรงได้จากการกรองจากน้ำที่ใช้เลี้ยง การเพาะเลี้ยงไรแดงมีหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้ได้ผลดีคือ วิธีที่ใช้คลอเรลล่าเป็นอาหารของไรแดง (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ, 2532)

ไรแดงกินคลอเรลล่าประมาณ 0.5-1.5x10^6 เซลล์/ตัว/วัน (ธิดา เพชรมณี และคณะ, 2536) ในการเพาะเลี้ยงไรแดงโดยใช้คลอเรลล่าที่ระดับความหนาแน่น 5x10^6 เซลล์ จะให้ผลผลิตไรแดงสูงที่สุด (ดำรงค์ เปี่ยมอะโข,2539)

2.7.1 **วิธีการในการเพาะเลี้ยงไรแดง** แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการ (ภาณุ เทวรัตน์มณี-กุล และคณะ, 2530)

การเพาะแบบไม่ต่อเนื่อง คือ การเพาะไรแดงแบบการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว การเพาะแบบนี้จำเป็นจะต้องมีบ่ออย่างน้อย 6 บ่อ เพื่อใช้ในการหมุนเวียนให้ได้ผลผลิตทุกวัน การเพาะแบบไม่ต่อเนื่องจะได้ปริมาณไรแดงที่แน่นอนและจำนวนมาก ไม่ต้องคำนึงถึงศัตรูของไรแดงมากนักเพราะเป็นการเพาะช่วงระยะสั้น

การเพาะแบบต่อเนื่อง คือ การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงหลายวันภายในบ่อเดียวกัน การเพาะอย่างนี้ต้องมีบ่ออย่างน้อย 4 บ่อ การเพาะแบบต่อเนื่องจะต้องคำนึงถึงศัตรูของไรแดงและสภาวะแวดล้อมในบ่อไรแดง นอกจากการเติมพวกอินทรีย์สารต่างๆ หรือเติมน้ำเขียวลงในบ่อควรมีการถ่ายน้ำและการเพิ่มน้ำสะอาดลงในบ่อด้วย เพื่อเป็นการลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย และสารพิษอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อ

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไรแดงนั้นมีหลายสูตร สำรวย เสร็จกิจ (2531 ข) กล่าวว่า การผลิตไรแดงให้ได้ปริมาณมาก มีเคล็ดลับเพียงแค่การให้อาหารที่เหมาะสมในปริมาณมากพอ และการควบคุมสภาวะแวดล้อมในบ่อผลิตให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาของลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ (2524) พบว่าสูตรอาหารที่ให้ผลผลิตไรแดงสูงสุดในระยะเวลาสั้นมาก คือ 3-5 วัน ได้แก่ เลือดวัวผสมดินสวน อัตราความเข้มข้น 1: 20 ด้วยน้ำหนักเริ่มต้นของไรแดง 50 กรัม ถ้ากรองอาหารก่อนใช้ได้ผลผลิตทั้งหมด 1,470 กรัม ถ้าไม่ได้กรองอาหารก่อนใช้ ได้ผลผลิตทั้งหมด 1,112 กรัม ถ้าเลี้ยงกึ่งต่อเนื่อง ระยะเวลา 30 วัน อาหารที่ให้ผลดีที่สุดคือ มูลไก่ผสมดินสวน อัตราความเข้มข้น 1:10 กรองอาหารก่อนใช้ได้ผลผลิตทั้งหมด 4,227 กรัม (เฉลี่ย 140.9 กรัม/วัน) โดยเติมอาหารปริมาตร 2 ลิตรทุก 3 วัน

สำรวย เสร็จกิจ (2531 ค) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร โดยใช้อาหารผสม ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด ปลาป่น กากถั่วลิสงหรือกากถั่วเหลือง ร่วมกับปุ๋ยผสมสูตรเสมอ (15-15-15) และปุ๋ยไนโตรเจน (45-0-0) ในปริมาณรวม 4,200 กรัม และ 4,170 กรัม สามารถให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน ถึง 4.1 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน เป็นระยะเวลานานติดต่อกัน 22 และ 16 วันตามลำดับ โดยใช้วิธีเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 50 % ในวันที่ 7 หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งแรกและทุกๆ 4 วัน หลังจากนั้นจึงถ่ายน้ำทุก 7 วัน และควบคุมสภาวะสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม ผลผลิตสูงสุดคือ 4.0 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน ผลผลิตต่ำสุดคือ 1.1 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน โดยเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน

โดยทั่วไปวิธีการเพาะเลี้ยงคลอเรลล่าเพื่อเป็นอาหารแก่ไรแดงจะใช้ปุ๋ยอนินทรีย์และกากเหลือจากโรงงานเป็นหลัก โดยเฉพาะ อามิ-อามิ ซึ่งเป็นกากเหลือจากโรงงานผลิตผงชูรสอายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) พบว่ากากผงชูรสกระตุ้นให้คลอเรลล่าขยายพันธุ์เป็นจำนวนมาก ทำให้ได้ผลผลิตไรแดงมากขึ้น แต่มีเกษตรกรไม่น้อยอยู่ห่างไกลจากแหล่งที่จะหาซื้อปุ๋ยกากผงชูรสได้ ทวี พุทธานุมาศ (2538) จึงได้ทำการศึกษาพบว่าการใช้รำละเอียดหมักสามารถใช้ทดแทนกากผงชูรสได้ดีในกรณีที่ขาดแคลนกากผงชูรส โดยการใช้รำละเอียดหมัก 5 ลิตรต่อปริมาตรน้ำ 1.2 ลบ.ม. ให้ผลผลิตไรแดงเฉลี่ยมากที่สุด กรมประมง (2538) ทดลองใช้รำละเอียดหมักเลี้ยงไรแดง โดยใช้ปูนขาวในปริมาณ 400 กรัมต่อรำละเอียด 1 กิโลกรัมละลายน้ำ 20 ลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ใช้ในการเพาะไรแดงในบ่อขนาดพื้นที่ 6 ตารางเมตร ด้วยปุ๋ยสูตร 16-20-0 จำนวน 150 กรัม ปุ๋ยยูเรีย 200 กรัม ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสฟอรัส 26 กรัม ปูนขาว 100 กรัม และรำละเอียดผ่านขบวนการหมักแล้ว 5 ลิตร และใส่หัวเชื้อคลอเรลล่า 120 ลิตร เป็นอัตราที่เหมาะสมที่จะได้ไรแดงในปริมาณสูง

หยกแก้ว ยามาลี และคณะ (2526) นำคลอเรลล่าที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลืองมาเลี้ยงไรแดงพบว่า สูตรที่นำคลอเรลล่าสดจากการเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ในน้ำทิ้งโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลืองเป็นเวลา 3 วันได้ผลดีกว่าสูตรที่นำคลอเรลล่าสดจากการเลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองเป็นเวลา 1, 2, 4 และ 5 วัน เนื่องมาจากเป็นช่วงที่แบคทีเรียเริ่มเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติบโตและใช้สารอินทรีย์ในน้ำแช่ถั่วเหลืองได้เป็นสารอาหารและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งสาหร่ายสามารถนำไปใช้ได้ ทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกิดขึ้นรวมทั้งโปรโตซัวบางชนิดด้วย ดังนั้นในช่วง 2 วันแรก สารอินทรีย์ยังย่อยสลายไม่หมด สภาพน้ำยังไม่ดีพอที่ไรแดงจะเจริญเติบโตได้ดี จนกระทั่งถึงวันที่ 3 เป็นช่วงที่แบคทีเรียเจริญสูงสุด สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายเกือบหมดสาหร่ายจึงเจริญขึ้นได้เป็นอย่างดี สภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดง ส่วนหลังจากนั้น วันที่ 4 และ 5 สารอาหารในน้ำรวมทั้งแบคทีเรียจะลดน้อยลง นอกจากสาหร่ายเท่านั้นที่ยังคงเจริญอยู่ได้ ทำให้อาหารของไรแดงลดลงด้วย การเจริญเติบโตในช่วงนี้จึงไม่ค่อยดีนัก

ทวี พุทธานุมาศ และคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาผลของวิตามินในการเพิ่มผลผลิตไรแดง พบว่าความเข้มข้นของวิตามิน AD_3 สามารถให้จำนวนไรแดงมากที่สุดคือ 0.48 หน่วยสากลต่อมิลลิเมตรส่วนความเข้มข้นของวิตามิน B_1, B_6, และ E ที่ให้ไรแดงมากที่สุดคือ 4, 4 และ 6 มิลลิเมตร และเมื่อนำวิตามินเข้มข้นเหล่านี้มาผสมร่วมกันหลายๆ ชนิด พบว่าการใช้วิตามินร่วมกันทั้ง 4 ชนิด สามารถให้จำนวนไรแดงสูงมากที่สุด

2.7.2 **เทคนิคที่ควรทราบในการเลี้ยงไรแดง** (สำรวย เสร็จกิจ, 2531 ข)

1. กรองน้ำด้วยถุงกรองทุกครั้งผลผลิตไรแดงจะสูงขึ้น
2. น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำฝน จะให้ผลผลิตต่ำกว่าน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง
3. สังเกตสีของน้ำในบ่อผลิต ถ้ามีสีเขียวใสถึงสีชาใส ผลผลิตไรแดงจะสูงและได้ไรแดงสีแดงจัด
4. การเร่งผลผลิตไรแดงด้วยเลือดสัตว์สดๆ จะให้ผลผลิตเร็ว แต่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวสั้นลง และทำให้น้ำในบ่อผลิตมีกลิ่นเหม็นมาก
5. การเร่งผลผลิตไรแดงด้วยน้ำนมถั่วเหลืองจะให้ผลผลิตมากขึ้น จึงต้องเพิ่มปริมาณอาหารผสมให้เพียงพอกับปริมาณไรแดงที่เกิดขึ้น หลักการสำคัญที่ควรทราบคือ ให้อาหารน้อยๆ แต่บ่อยครั้งดีกว่าให้มากๆ นานๆครั้ง
6. เพิ่มค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อผลิตไรแดงให้ได้ 8 โดยใช้น้ำปูนใส
7. การนำไรแดงไปใช้ควรใช้ด่างทับทิมละลายในให้เป็นสีชมพูอ่อน ล้างให้สะอาดเสียก่อน
8. บ่อผลิตที่ได้รับแสงแดดเต็มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าและไรแดงจะมีสีแดงจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไรแดง

คุณสมบัติของน้ำมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตของไรแดงมาก ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำและความขุ่นของน้ำ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโตและการแพร่ขยายพันธุ์ของไรแดง (นันทพันธ์ ชินาจิตร, 2507) ในการสืบพันธุ์แบบ parthenogenetic ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมเท่านั้น คือมีอุณหภูมิระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส บ่อที่สามารถผลิตไรแดงนั้นจะต้องมีอุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส มีสีเขียวใส วัดความโปร่งใสได้ 15-20 เซนติเมตร มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 8.5-9.5 และปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.0-3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำรวย เสร็จกิจ, 2531) มีช่วงใกล้เคียงกับการรายงานของ ประวิทย์ สุรนีรนาถ, (2531) ดังนี้ คือ มี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-9 ออกซิเจนมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง 3-3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง 10-12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณสมบัติของน้ำในแหล่งธรรมชาติที่พบไรแดงปรากฏว่ามีอุณหภูมิ 26.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.45 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท – ไนโตรเจน 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัส – ฟอสฟอรัส 11.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุจินต์ ดีแท้ และประจวบ หลำอุบล, 2519) และการศึกษาของสุนันท์ ทวยเจริญ,(2520) สภาพของแหล่งน้ำที่ไรแดงอาศัยอยู่ในธรรมชาติพบว่า มีอุณหภูมิของน้ำ 22.5 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนระดับผิวน้ำ 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 51 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีความเป็นกรดเป็นด่าง 7.1

น้ำที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่นเป็นส่วนมากจะมีสีเหลืองปนน้ำตาลคล้ายสีของน้ำต้มฟางหรือน้ำชาแก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีน้อยมากประมาณ 0.5-4.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.2-7.8 ฟอสฟอรัส 3-8 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 1-29 มิลลิกรัมต่อลิตร ซิลิก้า 8-19 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคลเซียม 70-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (สันทนา และคณะ ,2524) การเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยสูตรอาหาร สปช. มีค่าคุณสมบัติของน้ำ ดังนี้ อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส และ 30-35 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.89-8.2 และ 7.99-8.16 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 0.71-3.92 และ 0.82-1.93 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18787

คาร์บอนไดออกไซด์ 17.27-37.69 และ 14.82-39.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 0.1937-0.3704 และ 0.0873-0.2237 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.1146-0.3006 และ 0.0634-0.3704 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่าบ่อที่มีไรแดงมากจะมีฟอสฟอรัสต่ำ และมีแอมโมเนียสูงกว่าที่มีไรแดงน้อย จึงเชื่อว่าบ่อที่มีไรแดงมากจะมีแพลงค์ตอนพืชมาก ซึ่งเป็นตัวดูดซับฟอสฟอรัสไว้ และได้วิจารณ์ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณไรแดงว่า เมื่ออุณหภูมิสูงอาหารจะย่อยสลายตัวได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำทำให้แพลงค์ตอนที่เป็นอาหารของไรแดงเกิดมากขึ้น จึงเป็นผลให้ปริมาณการเกิดไรแดงมากขึ้นด้วย (วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และวิมล จันทร์โรทัย ,2526) แต่จากการทดลองของ Bellosillo (1957) พบว่า pH มีค่าเป็นกรดอ่อนจนถึงเป็นด่าง (6.8-7.8) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำ บางครั้งมีค่าเท่ากับศูนย์ และอุณหภูมิที่พอเหมาะกับการเลี้ยงไรแดงอยู่ระหว่าง 26-31 องศาเซลเซียส

การเพาะไรแดงด้วยอาหารผสม มีค่าคุณสมบัติของน้ำในขณะที่ผลผลิตสูงสุดคือ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25.0-30.0 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 8.5-9.5 (สำรวย เสร็จกิจ ,2531) และพบว่าการเพิ่มผลผลิตของไรแดงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของไรแดงตลอดเวลา

2.9 ปัญหาต่างๆ ในการผลิตไรแดง

1. สภาพภูมิอากาศ ในช่วงฤดูฝนหรือฤดูหนาวไรแดงจะให้ผลผลิตน้อย เพราะอากาศร้อนและแสงแดดไม่เพียงพอ อุณหภูมิของน้ำต่ำ ทำให้ปุ๋ยและอาหารต่าง ๆ สลายตัวช้า ขบวนการสังเคราะห์แสงเป็นไปได้ไม่เต็มที่คลอเรลล่าจึงเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนน้อย ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนวันที่น้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มจะนานหลายวัน แสงแดดมีผลต่อปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลล่าโดยตรง ถ้าเพาะเลี้ยงในช่วงแดดจัดจะทำให้ผลผลิตไรแดงสูงขึ้น (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ, 2531) ในฤดูหนาวไรแดงจะมีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการสร้างไรแดงเพศผู้และฟักไข่ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะไรแดงนานขึ้น

2. ศัตรูของไรแดง ศัตรูของไรแดงสามารถจัดแบ่งจำพวกได้ดังนี้คือ พวกแมลงต่างๆ จากแพลงค์ตอนสัตว์และพวกโปรโตซัว พวกแมลงต่างๆ จะจับไรแดงกินเป็นอาหาร ได้แก่ มวน (เป็นศัตรูที่สำคัญที่สุด) แมลงปีกแข็ง จิงโจ้น้ำ ตัวอ่อนของแมลงปอ นอกจากนี้ยังมีพวกลูกกบ ลูกอ๊อด (สำรวย เสร็จกิจ, 2531) พวกแพลงค์ตอนสัตว์ได้แก่พวก โรติเฟอร์จะคอยแย่งกินคลอเรลล่าซึ่งเป็นอาหารของไรแดง ส่วนพวกโปรโตซัวนั้นจะเกาะตามตัวและรยางค์ของไรแดง ทำให้ไรแดงไม่สามารถลอกคราบได้ ไม่แข็งแรง ผลผลิตลดลง บพิธ จารุพันธุ์ (2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

สำรวจไรน้ำ 4 ชนิด พบว่า *Moina macrocopa* เป็นไรน้ำที่มี zoothamnium เกาะอยู่มากที่สุด นอกจากนี้พวกโปรโตซัวยังก่อให้เกิดโรคกับปลาอีกทอดหนึ่งด้วย ซึ่งนำความเสียหายมาสู่ผลผลิตเป็นอย่างมาก สำรวย เสร็จกิจ (2531ก) กล่าวว่า การใช้กากชาในอัตราความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรจะสามารถฆ่าแมลงได้โดยไรแดงไม่เป็นอันตราย เพราะไรแดงสามารถทนพิษกากชาได้ถึง 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพวกโปรโตซัวจะใช้ฟอร์มาลีนในระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และควรย้ายไรแดงไปเลี้ยงต่อในที่ปราศจากเชื้อ เพราะฟอร์มาลีนจะหมดฤทธิ์ภายใน 24 ชั่วโมง ถ้าเลี้ยงในบ่อเดิมก็จะติดเชื้ออีก (สุภัทรา บุญญาจันทร์, 2531) พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และคณะ (2535) ได้ทำการทดลองใช้สารเคมีกำจัดอิปิสไตลิส ซึ่งเป็นพยาธิภายนอกใช้การเกาะตัวกับไรแดงบริเวณผิวลำตัว ถ้าไรแดงมีอิปิสไตลิสเกาะมากและหนาแน่น จะทำให้ไรแดงเคลื่อนไหวได้ช้า ก่อให้เกิดความรำคาญอันเป็นอุปสรรคต่อการกินอาหารและยังแย่งกินอาหารอีกด้วย ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่พันธุ์ของไรแดง ใช้มาลาไคท์กรีน ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่พันธุ์ไรแดงนาน 2 ชั่วโมงได้ผลดีที่สุดโดยสามารถกำจัดพยาธิอิปิสไตลิสหมดไม่มีเชื้อติดต่ออย่างต่อเนื่องและเป็นพิษต่อไรแดงน้อยที่สุดแต่ก็เป็นการเลี้ยงช่วงสั้น ๆ เท่านั้นถ้าเลี้ยงระยะยาวเชื้ออาจระบาดได้อีกธิดา เพชรมณี และคณะ (2536) ได้ทดลองแช่พันธุ์ไรแดงในน้ำที่ความเค็ม 20 ppt เป็นเวลา 10 วินาที เพื่อกำจัดโรติเฟอร์ *Brachionus rubens* ซึ่งเกาะอยู่ตามตัวของไรแดง พบว่าให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร แม้ว่าโรติเฟอร์ส่วนใหญ่จะหลุดออกจากตัวของไรแดง แต่หลังจากนั้น 1 วันไรแดงตาย 25% และโรติเฟอร์ที่เหลืออยู่สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นมาได้อีก

3. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยถ้าความเป็นกรดเป็นด่างในบ่อเลี้ยงไรแดงไม่เหมาะสมทำให้ไรแดงได้ผลผลิตต่ำ ในการเพาะเลี้ยงไรแดงจะพบปัญหาความเป็นกรดเป็นด่างใน 2 กรณีคือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 และความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 10 กรณีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 ควรถ่ายน้ำออกบ่อยๆ และเติมใหม่น้ำลงไป ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำมากๆ ก็ใช้ปูนขาวละลายน้ำสาดทั่วบ่อ โดยใช้ปูนขาว 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 10 ให้ใช้สารส้มละลายน้ำสาดทั่วบ่อหรืออาจใช้ปุ๋ยคอกประเภทมูลไก่ใส่ในบ่อ (สำรวย เสร็จกิจ, 2531ก)

4. ปัญหาจากแพลงค์ตอนชนิดอื่นที่ปนเปื้อนในการเลี้ยง ถ้าพบแพลงค์ตอนชนิดอื่นเกิดขึ้นแทนคลอเรลล่า เช่น *Microcystis* ซึ่งอยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta จะทำให้ได้ผลผลิตตกต่ำลงเนื่องจากไปแย่งธาตุอาหารที่คลอเรลล่าใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้คลอเรลล่าเจริญเติบโตได้น้อยลง และไรแดงก็ไม่สามารถใช้เป็นอาหารได้ ทำให้ได้ผลผลิตไรแดงต่ำลง โดยเมื่อน้ำในบ่อเลี้ยงถูกปนเปื้อนจะสังเกตได้จาก น้ำจะมีสีเขียวขุ่นเป็นก้อนหรือมีสายสีเขียวอมฟ้าบริเวณผิวน้ำ ควรทำการระบายน้ำทิ้งหรือถ่ายน้ำ และเพิ่มเชื้อ phytoplankton ที่มีประโยชน์กับไรแดง และควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองน้ำเขียวผ่านถุงกรองเนื้อละเอียดขนาด 50-100 ไมครอน (กรมประมง, 2525) หรือปัญหาจากการเลี้ยงน้ำเขียวไม่ประสบผลสำเร็จจากการที่มีเชื้อโปรโตซัวปนเปื้อนในการเพาะน้ำเขียว (ธิดา เพชรมณี และคณะ ,2536) ซึ่งการใช้ $Ca(Ocl_2)$ 2-3 ppm จะสามารถควบคุมเชื้อโปรโตซัวได้ดี

5. การลำเลียงขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดง ไรแดงเป็นสัตว์ขนาดเล็กและมีความบอบบางมาก การลำเลียงขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงไปยังที่ต่าง ๆ นั้น ทำให้ไรแดงได้รับความกระทบกระเทือนและส่งผลให้อัตราการขยายพันธุ์เมื่อนำไปเพาะเลี้ยงนั้นต่ำลง ยิ่งถ้าต้องขนส่งไรแดงเป็นระยะทางไกลๆ จะทำให้อัตรารอดของไรแดงไม่ถึง 50% การขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงนิยมใช้ถุงพลาสติกอัดออกซิเจนและแช่ในตู้แช่อุณหภูมิต่ำๆ หรือใช้พาหนะปรับอากาศในการขนส่ง ควรใช้เวลาในการขนส่งให้สั้นที่สุดและกระทบกระเทือนน้อยที่สุดเพื่อให้ไรแดงมีอัตรารอดสูงในการนำไปเพาะขยายพันธุ์ (สำรวย เสร็จกิจ, 2530 ข)

6. การเก็บรักษาไรแดง ในปัจจุบันมีการเก็บรักษาไรแดง 2 วิธีคือ การแช่แข็งซึ่งสามารถเก็บได้นานและยังสดอยู่เสมอแต่ไรแดงที่ได้เป็นไรแดงที่ตายแล้ว ลูกสัตว์น้ำจะชอบกินไรแดงที่มีชีวิตมากกว่าและการให้ไรแดงแช่แข็งจะต้องระวังเรื่องคุณภาพน้ำด้วยเพราะไรแดงที่ลูกสัตว์น้ำกินไม่หมดจะเน่าเสียอย่างรวดเร็ว อีกวิธีหนึ่ง คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำๆ ซึ่งจะได้ไรแดงที่มีชีวิตอยู่แต่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บเพราะจะต้องเติมน้ำลงไปเท่าตัวและเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียสไรแดงจะมีชีวิตอยู่ได้นาน ประมาณ 4 วัน (สำรวย เสร็จกิจ, 2530 ค)

2.10 การทดลองผลิตไข่พักของไรแดง

สำรวย เสร็จกิจ, (2531ง) ทดลองผลิตไข่พักของไรแดง ไข่ชนิดนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี จึงเก็บรักษาไว้ได้นานและสะดวกต่อการนำไปเพาะฟักเป็นแม่พันธุ์ ซึ่งปกติไรแดงแต่ละตัวจะมีชีวิตอยู่ประมาณ 4-6 วัน ในช่วงชีวิตหนึ่งสามารถลอกคราบได้ 1-4 ครั้ง โดยเฉลี่ยประมาณ 2 ครั้ง ในสภาวะปกติไรแดงจะมีประชากรเพศเมียประมาณ 94-95 % และมีประชากรเพศผู้ประมาณ 5-6 % เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศซึ่งจะได้ไข่ชนิด ephippium egg โดยไข่ชนิดนี้ไรแดงจะสร้างขึ้นโดยต้องผสมพันธุ์กับตัวผู้ หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นมันก็ตายแล้วทิ้งไข่นี้ไว้ เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมไข่ก็จะฟักเป็นตัวเมียแพร่ขยายพันธุ์ต่อไป

ในปี 2529 ได้ทดลองที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส โดยใช้ไรแดงจำนวน 4,000,000 ตัวในน้ำ 600 มิลลิลิตร ปริมาตรรวม 1,000 มิลลิลิตร (ไรแดง 400 กรัมรวมกับน้ำ 600 มิลลิลิตร) ใช้น้ำถั่วเหลืองและน้ำเขียวเป็นอาหาร ระยะเวลานาน 3 วัน ไรแดงก็สามารถสร้าง ephippium egg ได้

ในปี 2530 ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ได้ทดลองในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร โดยเริ่มจากผลิตไรแดงให้ได้มากที่สุดโดยใช้อาหารผสม ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด 2,000 กรัม ปลาป่น 1,000 กรัม กากถั่วเหลือง 1,000 กรัม ปุ๋ยผสม (15-15-15) 2000 กรัม และปุ๋ยยูเรีย (45-0-0) 100 กรัม ไรแดงจะแพร่ขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า และในการทดลองครั้งนี้ใช้ถุงกรองน้ำเพื่อลดปริมาณตะกอนก้นบ่อ ทำให้สะดวกในการเก็บไข่ไรแดง มีการให้อาหารเพิ่มทุกวันๆ ละ 10-15% เมื่ออุณหภูมิต่ำลงในช่วง 14-15 องศาเซลเซียส นานติดต่อกัน 4 วัน ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ ยังคงเหมือนเดิม (ชนิดและปริมาณอาหาร ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ) ขนาดตัวของไรแดงโตขึ้นเป็น 2,000 ตัวต่อกรัม (ปกติ 10,000ตัวต่อกรัม) และพบ ephippium egg ตัวละ 2 ฟอง (1 ฝัก) มีสีเทาอมชมพูขุ่นๆ หรือเทาขาวขุ่นๆ ลักษณะแข็งและจมน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเข้าสู่สภาวะปกติไรแดงจะลดการสร้าง ephippium egg ลง และกลับมาสร้าง parthenogenetic egg

ในปี 2531 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน พบการสร้าง ephippium egg จากการทดลองเลี้ยงไรแดงโดยใช้อาหารเฉพาะอย่าง คือ สาหร่ายเกลียวทอง (Spirulina) สำเร็จรูปชนิดผง เป็นการเลี้ยงไรแดงในสภาวะอาหารไม่สมบูรณ์แต่เพียงพอ โดยใช้โหลแก้วขนาดบรรจุ 20 ลิตร ในเวลา 9 วันไรแดงจึงเริ่มสร้าง ephippium egg

หลังจากนั้นมีการเก็บไข่ไรแดงมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส แล้วนำมาทดลองฟัก 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ในเดือนมกราคม 2531 ทำการฟักไข่ไรแดงซึ่งเก็บไว้นาน 1 เดือน ผลการทดลองฟักต้องใช้เวลา 3 วัน ephippium egg จึงเริ่มฟักออกเป็นตัว โดยใช้น้ำ 10 ลิตร และสาหร่ายเกลียวทองผง 0.25 กรัม ตั้งไว้ในที่มีแสง ครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2531 ทำการฟักไข่ไรแดงที่เก็บไว้นาน 6 เดือน ต้องใช้เวลาฟักเพิ่มขึ้นเป็น 9 วัน ephippium egg จึงฟักออกเป็นตัว

มีข้อสังเกตว่า ephippium egg ซึ่งเก็บไว้นาน 6 เดือนจะลอยน้ำเป็นส่วนใหญ่ และส่วนที่ฟักเป็นตัวจะเป็น ephippium egg ที่จมน้ำ ซึ่งน่าจะขึ้นอยู่กับการดูดซึมน้ำของเปลือกไข่และการละลายสารบางตัวที่เปลือกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร จำนวน 25 ขวด

3.1.2 โหลแก้วขนาด 10 ลิตร จำนวน 12 ใบ

3.1.3 เครื่อง autoclave

3.1.4 ปั๊มลมพร้อมสายยางและหัวทราย

3.1.5 กระชอนช้อนไรแดง

3.1.6 ถุงกรองน้ำ

3.1.7 หัวเชื้อคลอเรลล่า

3.1.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.9 หลอดทดลองขนาด 10 มล. จำนวน 160 หลอด

3.1.10 ที่วางหลอดทดลองจำนวน 6 อัน

3.1.11 บีกเกอร์ขนาด 250 มล. จำนวน 6 ใบ

3.1.12 บีกเกอร์ขนาด 1000 มล. จำนวน 3 ใบ

3.1.13 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.1.14 เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด จำนวน 1 อัน

3.1.15 อุปกรณ์นับแพลงค์ตอน ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ สไลด์นับจำนวนเซลล์

3.1.16 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

3.1.17 เพลทขนาดเล็กจำนวน 20 คู่

3.1.18 อุปกรณ์ถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์

3.1.19 อุปกรณ์วัดความเข้มแสง

3.2 วิธีการ

3.2.1 แผนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 ทดลองเรื่องคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด ในแต่ละชุดมี 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 ไม่ได้รับแสง

ชุดที่ 2 ได้รับแสงธรรมชาติ 50 % (ความเข้มแสง 2514 ± 130.69lux)

ชุดที่ 3 ได้รับแสงธรรมชาติ 100 % (ความเข้มแสง 5750 ± 337.04lux)

ชุดที่ 4 ได้รับแสงจากหลอดฟูลออเรสเซนต์ตลอดเวลา (ความเข้มแสง 2751 ± 80.32 lux)

3.2.1.2 ทำการทดลองเรื่องระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักในไรแดงภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ โดยเริ่มทำการทดลองก่อนการทดลอง (preliminary) ที่อุณหภูมิ 10, 12.5 ,15, 17.5 และ 20 องศาเซลเซียสพบว่าไรแดงตายหมดในวันที่ 1 ของการทดลองในระดับอุณหภูมิ 10 และ 12.5 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สร้างไข่พัก จึงแบ่งเป็นระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ในการทดลองดังนี้

อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้นทำการเก็บไข่พักของไรแดง แล้วนำมาเพาะพักเพื่อหาอัตราการพักต่อไป

3.2.2 วิธีการทดลอง

ในการเตรียมการทดลองเรื่องคุณภาพน้ำในการสร้างไข่พักของไรแดง แบ่งออกเป็น ขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อคลอเรลล่า

1 เตรียมขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร ทำความสะอาดและตากทิ้งไว้ให้แห้ง

2 ต้มน้ำให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อ

3 เติมน้ำพร้อมปุ๋ยในแต่ละขวด 900 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรปุ๋ยที่ใช้เลี้ยงคลอเรลล่า โดยใช้น้ำ stock 1000 มิลลิลิตร มีสารเคมีดังนี้

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

โดยนำน้ำปุ๋ย 10 มิลลิลิตร นำไปปรับด้วยน้ำที่ปลอดเชื้อได้ 1000 มิลลิลิตร ใช้เลี้ยงคลอเรลล่า

4 เติมหัวเชื้อคลอเรลล่าเข้มข้น 50 มิลลิลิตรลงในขวด ต่อปั๊มลม แล้วนำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงแพลงค์ตอน ให้แสงตลอดเวลา

5 รอจนน้ำในขวดมีสีเขียวเข้ม (เข้าสู่ระยะ log phase ของการเจริญเติบโต)นำหัวเชื้อคลอเรลล่าไปขยายต่อในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร โดยมีอาหารดังนี้

ปุ๋ยสูตร 46-0-0	0.75	กรัม
ปุ๋ยสูตร 16-16-16	0.75	กรัม
ปุ๋ยสูตร 16-20-0	0.75	กรัม
ปูนขาว	2.5	กรัม
รำหมัก	100	มิลลิลิตร

รอจนคลอเรลล่าเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ log phase (น้ำในโหลมีสีเขียวเข้ม) จึงเริ่มใช้ในการทดลอง

3.2.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำโหลแก้วไปวาง ณ. ตำแหน่งต่างๆ ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำไรแดงน้ำหนัก 4 กรัมไปใส่ในโหล โดยจะต้องระมัดระวังไม่ให้ไรแดงได้รับความกระทบกระเทือน

3. วิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังใส่ไรแดง โดยวิเคราะห์ทุกวันจนกระทั่งไรแดงหยุดสร้างไข่ การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์จะทำการเก็บในช่วงเช้า ทำการวัดค่าออกซิเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิในช่วงบ่ายของแต่ละวัน คุณสมบัติของน้ำแต่ละตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ซึ่งทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำตามพารามิเตอร์ต่อไปนี้

- 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

3.2.3 การทดลองเรื่องอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง

1 นำคลอเรลล่าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาใส่บีกเกอร์ ขนาด 250 ml. จำนวน 6 ใบ โดยใส่คลอเรลล่าปริมาตร 200 ml.

2 ใส่ไรแดงเพศเมียประมาณ 500 ตัวลงในบีกเกอร์

3 ค่อยๆ ปรับอุณหภูมิ โดยวางไว้ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศระยะหนึ่ง แล้วจึงนำไรแดงไปเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ปรับไว้ตามระดับอุณหภูมิที่กำหนด

4 นำออกมาตรวจดูการสร้างไข่พักของไรแดงทุกวัน โดยเมื่อตรวจพบไข่พักที่ปล่อยออกมา ทำการเก็บออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การบันทึกข้อมูล

1 บันทึกค่าคุณสมบัติของน้ำในแต่ละหน่วยทดลอง

2 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไข่พักที่สร้างขึ้น

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลคุณภาพน้ำ จากการทดลองมาหาปริมาณความเข้มข้น โดยแทนค่าจากสมการมาตรฐานดังนี้

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

$y = (3.3281X) - 0.1094$

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน

$y = (0.2974X) - 0.004$

ปริมาณไนเตรท- ไนโตรเจน

$y = (1.0009X)+0.013$

ปริมาณฟอสฟอรัส

$y = (1.7665X)-0.0088$

ปริมาณ Soluble reactive phosphorus

$y = (1.7747X)-0.0085$

นำข้อมูลการสร้างไข่พักมาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Excel 97)

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นวันที่ 1 มกราคม 2544 สิ้นสุดวันที่ 25 เมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 แสงและคุณภาพน้ำกับการสร้างไข่พักของไรแดง

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำต่อการสร้างไข่พักของไรแดงที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ ชุดที่ 1 ไม่ได้รับแสง ชุดที่ 2 ได้รับแสงธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสง 2514 ± 130.69lux) ชุดที่ 3 ได้รับแสงธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ (ความเข้มแสง 5750 ± 337.04lux) ชุดที่ 4 ได้รับแสงจากหลอดฟูลออเรสเซนต์ตลอดเวลา(ความเข้มแสง 2751 ± 80.32 lux) พบว่ามีค่าดังต่อไปนี้

แสง

จากการวัดแสงระหว่างการทดลอง ระหว่าง 6.00-18.00 น. ปริมาณความเข้มแสงในแต่ละวันมีค่าเฉลี่ยดังนี้ วันที่ 1 ความเข้มแสง 3386.66 ± 612.01 lux วันที่ 2 ความเข้มแสง 3782.33 ± 1015.80 lux วันที่ 3 ความเข้มแสง 3586.66 ± 1110.93 lux วันที่ 4 ความเข้มแสง 3856.66 ± 1108.03 lux วันที่ 5 ความเข้มแสง 3743.33 ± 1234.15 lux วันที่ 6 ความเข้มแสง 3674.66 ± 1184.72 lux

ชุดที่ได้รับความเข้มแสง 5750 ± 33.04 lux มีการสร้างไข่พักน้อยที่สุด (ชุดที่ 3) ชุดที่ได้รับความเข้มแสง 2751 ± 80.32 lux มีการสร้างไข่พักมากที่สุด (ชุดที่ 4) ชุดที่สร้างไข่พักได้เร็วที่สุดคือ ชุดที่ 3 สามารถสร้างไข่พักได้ในวันที่ 2 ส่วนชุดที่ 1, 2 และ 4 สร้างไข่พักได้ในวันที่ 3 ของการทดลอง

อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการทดลอง (ตารางที่ 1) มีค่าอยู่ในช่วง 29.34±0.59 – 30.48± 0.36 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละชุด

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) [Mean±SD]ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4
29.34±0.59[a]	29.98±0.66[a]	30.48±0.36[a]	29.97±0.85[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 7.73±0.39 – 7.77±0.49 (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความไม่มีแตกต่างทางสถิติ (P <0.05) ในทุกชุด ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 6.88 เนื่องจากเป็นระดับที่เริ่มไม่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และหยุดสร้างที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.54

ตารางที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง [Mean±SD] ในระหว่างการทดลอง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
7.37±0.39[a]	7.38±0.37[a]	7.47±0.49[a]	7.47±0.46[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างทางสถิติ

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 9.71±2.44 – 12.46±4.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักที่ระดับแอมโมเนีย 7.36 มิลลิกรัมต่อลิตรเนื่องจากเป็นระดับที่เริ่มไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของไรแดง และหยุดสร้างที่ระดับ 15.85 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งไรแดงส่วนใหญ่จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ปริมาณแอมโมเนียที่สูงอาจมาจากสาเหตุที่ไรแดงตายลงอย่างรวดเร็วและมีการสะสมของของเสียที่ขับถ่ายออกมาจากตัวไรแดงทำให้แบคทีเรียย่อยสลายให้เป็นแอมโมเนีย คลอเรลล่าสามารถดึงแอมโมเนียไปใช้ประโยชน์ในการสร้างโปรตีนขึ้นใหม่ได้บางส่วน แต่เมื่อคลอเรลล่าถูกกินจนหมดแอมโมเนียจึงไม่ถูกดึงไปใช้ ทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
12.46±4.29[a]	12.21±3.14[a]	9.98±2.97[a]	9.71±2.44[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ยตลอดการทดลองอยู่ที่ 0.07±0.05 – 0.12±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักที่ระดับไนไตรท์ 0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร และหยุดสร้างที่ระดับ 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าไนไตรท์ที่มีปริมาณไม่สูงเนื่องมาจาก ไนไตรท์จะเป็นสารตัวกลางในปฏิกริยาซึ่งจะถูกแบคทีเรียทำการเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท และไนไตรท์ก็สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นไนโตรเจนแก๊สได้ดีกว่า

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตลอดการทดลอง

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
0.07±0.05[a]	0.12±0.02[a]	0.12±0.04[a]	0.12±0.02[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง1.08±0.48 –2.17±0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่ ชุดที่ 1 ,2 และ 3 จะมีความแตกต่างกับ ชุดที่ 4 และในชุดที่ 1 จะมีความแตกต่างกับชุดที่ 3 ในขณะที่ชุดที่ 1 และ2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเหมือนกับชุดที่ 2 และ3 ไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้ที่ระดับไนเตรท 1.41 มิลลิกรัมต่อลิตร และหยุดการสร้างที่ระดับ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากไรแดงส่วนใหญ่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และระดับไนเตรทที่สูงอาจมาจากแอมโมเนียส่วนเกิน ที่ถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียกลายเป็นสารประกอบพวกไนเตรท

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
1.08 ± 0.48^{a}	1.44 ± 0.35^{ab}	1.65 ± 0.35^{b}	2.17 ± 0.32^{c}

หมายเหตุ อักษรไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.39±0.33 – 2.84±0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 6) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกชุด ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักที่ระดับฟอสฟอรัส 2.52 มิลลิกรัมต่อลิตร และหยุดสร้างที่ระดับ 3.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงมาจากการที่แพลงค์ตอนพืชและไรแดงที่ตายลงไป ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในร่างกายก็จะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้ ฟอสฟอรัสเป็นอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต่อพืชโดยเฉพาะแพลงค์ตอนพืชทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อคลอเรลล่าหมดฟอสฟอรัส จึงไม่ถูกใช้ไปทำให้สะสมอยู่ในการทดลอง

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
2.59±0.39[a]	2.84±0.42[a]	2.75±0.42[a]	2.39±0.33[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณ Soluble reactive phosphorus

ปริมาณ Soluble reactive phosphorus เฉลี่ยตลอดการทดลองอยู่ที่ระดับ 2.36± 0.69 – 2.74±0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 7) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักที่ระดับ Soluble reactive phosphorus 2.54 มิลลิกรัมต่อลิตร และหยุดสร้างที่ระดับ 3.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ Soluble reactive phosphorus ที่สูงมาจากการที่แพลงค์ตอนพืชและไรแดงที่ตายลงไป ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในร่างกายก็จะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้ ฟอสฟอรัสเป็นอาหารที่จำเป็นต่อพืชโดยเฉพาะแพลงค์ตอนพืชทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อคลอเรลล่าถูกกินจนหมดฟอสฟอรัส และSoluble reactive phosphorus จึงไม่ถูกใช้ไปทำให้สะสมอยู่ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณ Soluble reactive phosphorus (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

ปริมาณ Soluble reactive phosphorus (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
2.55±0.69[a]	2.74±0.73[a]	2.61±.43[a]	2.36±0.59[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.48±0.27-1.20±0.58 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 8) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักที่ระดับออกซิเจน 0.88มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของไรแดง และหยุดสร้างที่ระดับ 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะไรแดงส่วนใหญ่ไม่สามารถทนได้และตายลงไป

ตารางที่ 8 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) [Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
0.48±0.27[a]	0.69±0.22[a]	1.20±0.58[a]	1.10±0.39[a]

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักของไรแดง

จากเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักของไรแดงเฉลี่ย (ตารางที่ 9) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุด โดยชุดที่เริ่มมีการสร้างไข่พักเร็วที่สุดคือ ชุดที่ 4 โดยเริ่มสร้างในวันที่ 2 ของการทดลอง ในปริมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ของตัวแม่ หลังจากนั้นในวันที่ 3 ของการทดลองมีการสร้างไข่พักในทุกชุด ชุดที่มีการสร้างไข่พักเฉลี่ยมากที่สุดคือ ชุดที่ 2 ชุดที่มีการสร้างไข่พักสูงสุด คือชุดที่ 1 ในวันที่ 4 ของการทดลอง (ภาพผนวกที่ 9) ส่วนชุดที่มีการสร้างไข่พักเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ชุดที่ 4 และในชุดที่ 4 ก็มีการสร้างไข่พักต่ำที่สุดตลอดการทดลอง (ภาพผนวกที่ 9) แนวโน้มในการสร้างไข่พักของไรแดงในแต่ละชุดจะสูงขึ้นในวันที่ 4 ของการทดลอง และในวันที่ 6 ของการทดลองปริมาณตัวของไรแดงลดน้อยลงมากในบางชุดแทบจะไม่พบแม่พันธุ์ไรแดง(ชุดที่ 1 และ 3) แต่ชุดที่ 4 พบลูกไรแดงเป็นปริมาณมาก อาจเป็นเพราะในชุดที่ 4 สภาพไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของไรแดงจึงกระตุ้นให้มีการสร้างไข่พักแล้วปล่อยทิ้งไว้บริเวณก้นภาชนะหลังจากนั้นแม่พันธุ์ไรแดงได้ตายลง ต่อเมื่อความหนาแน่นของไรแดงลดลง สภาพแวดล้อมต่างๆ ดีขึ้น จึงกระตุ้นให้ไข่พักของไรแดงฟักออกมาเป็นตัว และในชุดที่ 3 มีการเน่าเสียของน้ำอย่างชัดเจน น้ำมีสีเหลืองและมีกลิ่นอย่างรุนแรง และไม่พบแม่พันธุ์ไรแดงในทั้ง 3 ซ้ำของการทดลองในชุด ยกเว้นในชุดที่ 2 ยังมีการสร้างไข่พักอยู่ในวันที่ 6 ของการทดลอง (ตารางผนวกที่ 9) และหยุดสร้างในวันที่ 7

ตารางที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักของไรแดงในระหว่างการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักของไรแดง[Mean±SD]			
T1	T2	T3	T4
9.16±6.44^{b}	8.33±6.75^{ab}	5.33±2.35^{a}	13.33±6.51^{b}

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

T1 = ชุดที่ 1 ไม่ได้รับแสง

T2 = ชุดที่ 2 ได้รับแสงธรรมชาติ 50 เปอร์เซ็นต์ (2514 ± 130.69 lux)

T3 = ชุดที่ 3 ได้รับแสงจากธรรมชาติ 100เปอร์เซ็นต์ (5750 ± 337.04 lux)

T4 = ชุดที่ 4 ได้รับแสงจากหลอดฟูลออเรสเซนต์ตลอดเวลา (2751 ± 80.32 lux)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง

จากการศึกษาระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงได้ทดลองทำ preliminary test ที่ระดับอุณหภูมิ 10 ,12.5, 15, 17.5, 20 องศาเซลเซียสพบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 10 และ 12.5 องศาเซลเซียสไรแดงตายในวันที่ 1 ของการทดลอง และที่ระดับอุณหภูมิ 17.5 และ 20 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สร้างไข่พัก ในการทดลองจึงได้แบ่งเป็นชุดต่างๆ ดังนี้

ชุดที่ 1 ที่ระดับอุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม)
ชุดที่ 2 ที่ระดับอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
ชุดที่ 3 ที่ระดับอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส
ชุดที่ 4 ที่ระดับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส
ชุดที่ 5 ที่ระดับอุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส
ชุดที่ 6 ที่ระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส

การสร้างไข่พักในแต่ละชุดเฉลี่ย (ตารางที่ 10) ทุกชุดมีความแตกต่างทางสถิติ ในชุดที่ 1 (ชุดควบคุม) ไรแดงสามารถเพิ่มจำนวนได้ดี และในวันที่ 5 ของการทดลองปริมาณไรแดงเหลือไม่มากนัก สร้างไข่พักได้เล็กน้อย หลังจากนั้นจะไม่พบแม่พันธุ์ไรแดง ชุดที่ 2 ไรแดงที่นำมาทดลองนั้นตายหมดในวันแรกเนื่องมากจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่รวดเร็ว ทำให้ไรแดงไม่สามารถปรับตัวได้ จึงทำให้มีความแตกต่างแตกต่างจากชุดอื่นๆ (ตารางที่ 10) ระดับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้ไวที่สุด โดยสามารถสร้างได้ในวันที่ 1 ของการทดลอง (ตารางผนวกที่ 10) น่าจะมีผลมาจากสภาพไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของไรแดง จึงไปกระตุ้นให้มีการสร้างไข่พักเกิดขึ้น ส่วนระดับอุณหภูมิที่สร้างไข่พักได้สูงที่สุดคือชุดที่ 4 (ตารางผนวกที่ 10) ในวันที่ 3 ของการทดลองสามารถสร้างได้ถึง 40เปอร์เซ็นต์ แต่ระดับอุณหภูมิที่สร้างไข่พักได้เฉลี่ยมากที่สุดคือชุดที่ 6 (ตารางที่ 10) เนื่องจากเป็นระดับที่ไรแดงยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเหมาะสมที่จะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และชุดที่สร้างไข่พักได้สั้นที่สุดในชุดที่ 4 โดยหยุดสร้างในวันที่ 5 ของการทดลอง ชุดที่มีการสร้างไข่พักได้นานที่สุดคือ ชุดที่ 6 โดยยังสามารถสร้างไข่พักได้ในวันที่ 6 ของการทดลอง และหยุดสร้างไข่พักในวันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การสร้างไข่พักของไรแดงในระหว่างการทดลอง

การสร้างไข่พักในแต่ละชุด [Mean±SD]					
T1	T2	T3	T4	T5	T6
0.56±0.12^{a}	0^{a}	7±2.98^{b}	12.5±7.95^{c}	4.16±1.98^{b}	13.66±7.42^{c}

หมายเหตุ อักษรไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของแสงและคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงพบว่า ชุดที่ 4 ความเข้มแสง 2751 ± 80.32 lux สร้างไข่พักมากที่สุด (13.33±6.51เปอร์เซ็นต์) และชุดที่ 3 ความเข้มแสง 5750±33.04 lux สร้างไข่พักได้น้อยที่สุด (5.33±2.35 เปอร์เซ็นต์) ระดับคุณภาพน้ำที่ไรแดงสร้างไข่พักมีค่าดังนี้ ปริมาณ Soluble reactive phosphorus มีค่าอยู่ในช่วง 2.54 - 3.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 2.52 – 3.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 - 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 6.88 - 7.54 อุณหภูมิ มีค่าอยู่ในช่วง 30.4 – 31.07 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 7.36 - 15.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 1.41 – 2.50 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการสร้างไข่พักมากที่สุดในชุดที่ 2 และสร้างไข่พักน้อยที่สุดที่ชุดที่ 4

จากการศึกษาถึงระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง พบว่า ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะสมต่อการสร้างไข่พัก เนื่องจากไรแดงตายหมดในวันที่ 1 ของการทดลอง และระดับอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียสมีจำนวนการสร้างไข่พักเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.6 เปอร์เซ็นต์ และเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 3 ของการทดลองและหยุดสร้างในวันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

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

ดำรง เปี่ยมอะโข. 2539 การศึกษาระดับความหนาแน่นของคลอเรลลาที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงไรแดง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพมหานคร. 36 น.

ทวี วิพุทธานุมาศ และ เรวดี ศรีประเสริฐ. 2538. การเพาะไรแดงโดยใช้รำละเอียดหมัก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 39 น.

ทวี วิพุทธานุมาศ, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และ ทัศนีย์ วัชรกรโยธิน. 2533. การศึกษาผลของวิตามินในการเพิ่มผลผลิตไรแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2533. สถานีการประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด,กรมประมง,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 น.

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

นันทพันธุ์ ชินาจิตร. 2507. การเจริญเติบโตและวิธีการสืบพันธุ์แบบ Parthenogenesis ของไรน้ำสกุล *Moina* sp. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 8 น.

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

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

ผะอบ ชนะภัย. 2511. การเพาะไรแดง. รายงานประจำปี 2511. แผนกการทดลองและเพาะเลี้ยง, กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง. น. 23-28.

พรนภา ลำเลียงผล. 2530. การเจริญเติบโตแบบ logistic ของประชากรไรแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

มาวิทย์ อัศวอารีย์ และธิดา เพชรมณี. 2534 ก. ปัจจัยบางประการที่มีต่อผลการเพิ่มจำนวนของคลอเรลลาในห้องปฏิบัติการ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5/2534. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 13 น.

โยธิน ลีลานนท์ และกิจจา สนสมบัติ 2520. สูตรอาหารต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงไรแดง. รายงานประจำปี 2520, สถานีประมงจังหวัดพะเยา, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง.น.27-44.

ลัดดา วงศ์รัตน์, ประวิทย์ สุรนีรนารท และ ประจิตร วงศ์รัตน์. 2534. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานการวิจัย. ภาควิชาชีวะวิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 64 น.

วรากร วรอัศวปติ. 2514. การทดลองเพาะเลี้ยงและการศึกษานิเวศน์วิทยาบางประการของไรน้ำ. ปริญญานิพนธ์วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร. 73 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.

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

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ข. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. นสพ. กสิกร 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวย เสร็จกิจ. 2529. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 3. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 7 น.

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.

หยกแก้ว ยามาลี, สมบูรณ์ ผู้พัฒน์, กัญญา สุจริตวงศานนท์, วิเชียร ยงมานิตชัย และไปรมา ภัทรกุลพงษ์. 2526. การนำ *Chlorella* sp. ที่ได้จากการเลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลืองมาเลี้ยงไรแดง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2526. ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 24 น. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2525. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 33 น.

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

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. Banta. 1931. Available Bacteria and the sex ratio in *Moina*. Physiol. Zool. 4(1) : 72-100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

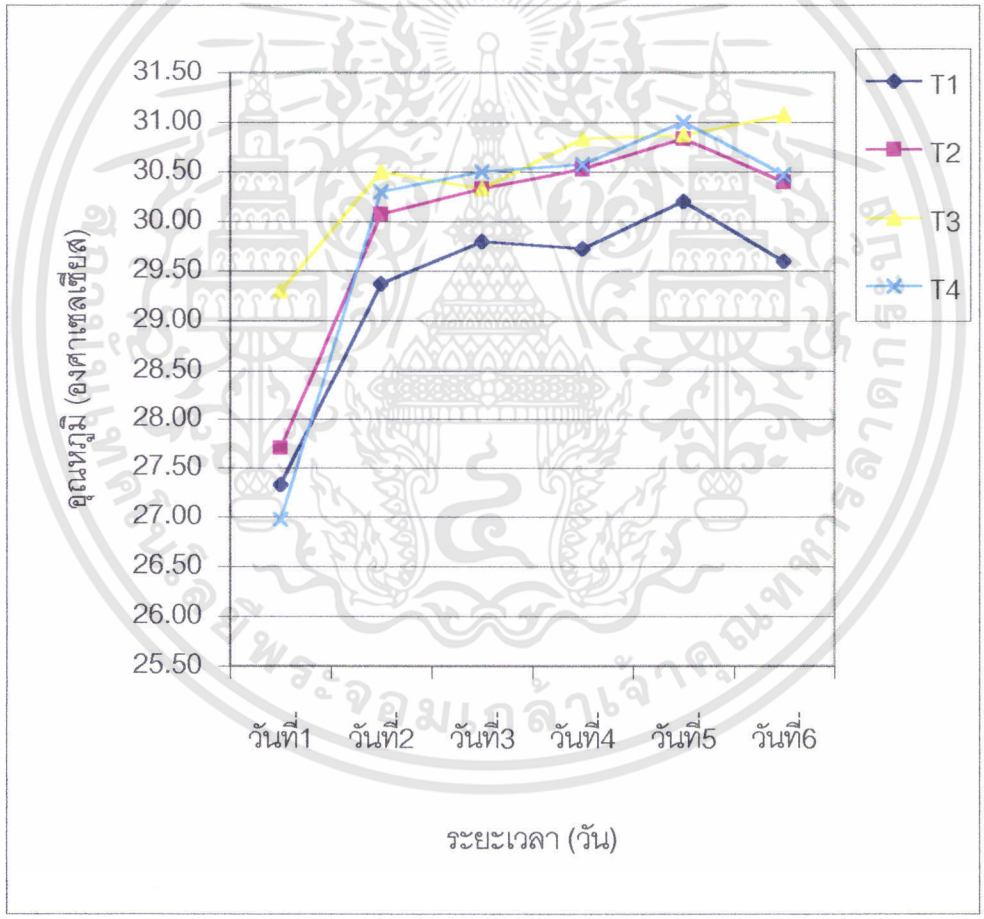
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิระหว่างการทดลอง (องศาเซลเซียส)

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	27.70	30.07	30.33*	30.53	30.83**	30.40
T2	26.97	30.30	30.50*	30.57	31.00**	30.47
T3	27.33	29.37*	29.80	29.73	30.20	29.60**
T4	29.30	30.50	30.33*	30.83	30.87	31.07**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิระหว่างการทดลอง (องศาเซลเซียส)

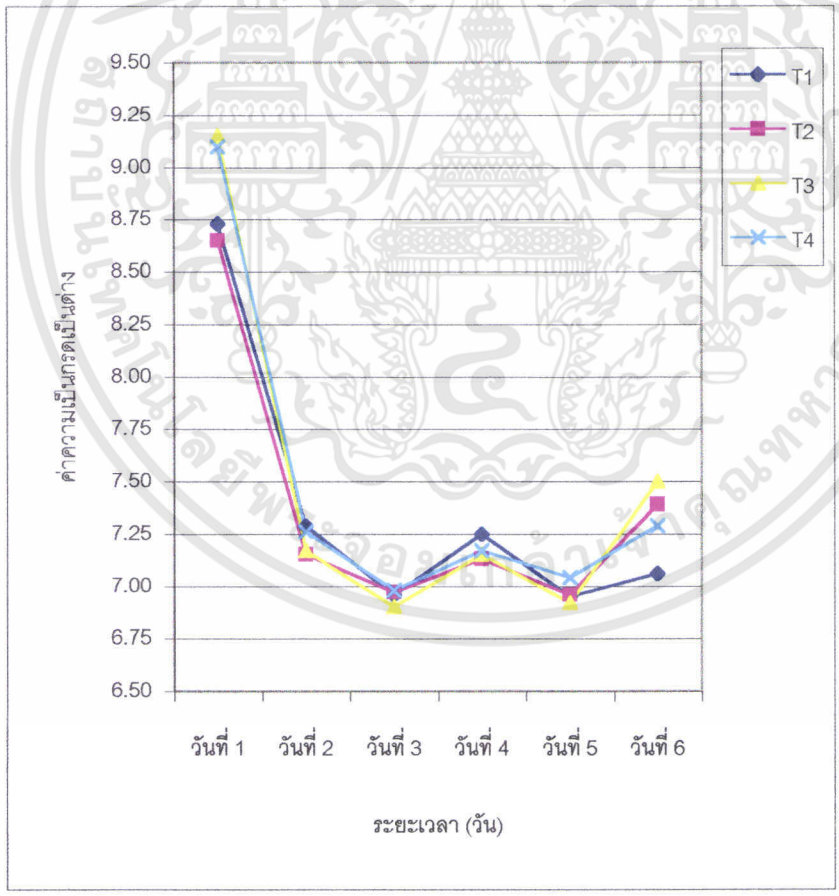
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6
T1	8.65	7.15	6.97*	7.13	6.96**	7.39
T2	9.10	7.26	6.98*	7.17	7.04**	7.29
T3	8.73	7.29*	6.96	7.25	6.95	7.06**
T4	9.15	7.17	6.90*	7.15	6.92	7.50**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง

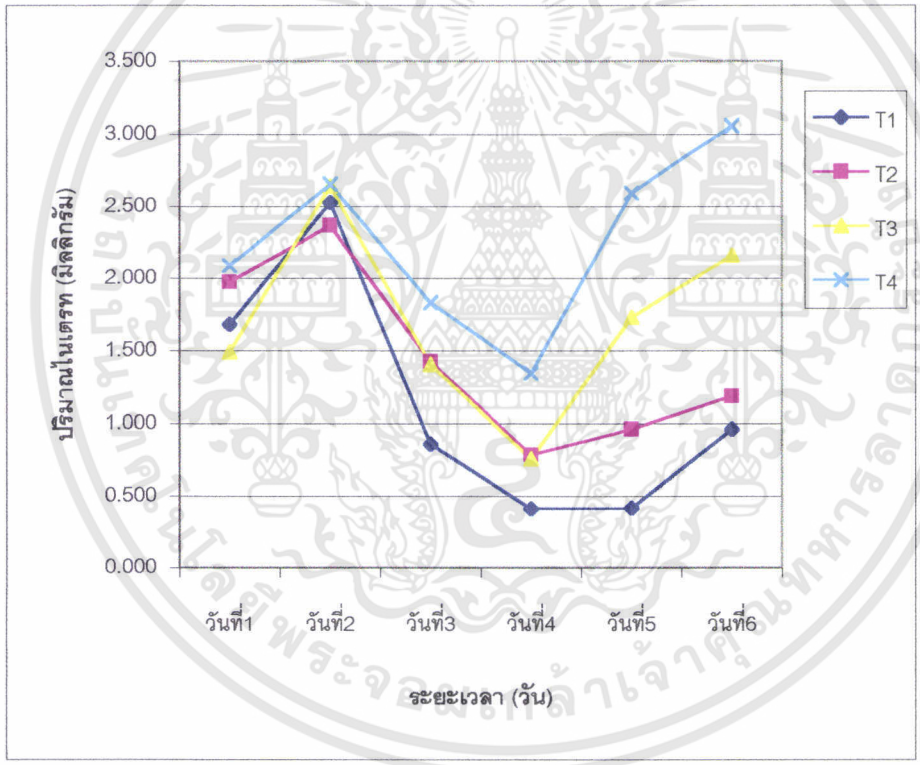
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ค่าไนเตรทระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	1.975	2.369	1.42*	0.785	0.958**	1.180
T2	2.090	2.655	1.83*	1.346	2.595**	2.786
T3	1.681	2.528*	0.86	0.412	0.417	0.633**
T4	1.493	2.641	1.41*	0.758	1.730	1.890**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 3 ไนเตรทระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

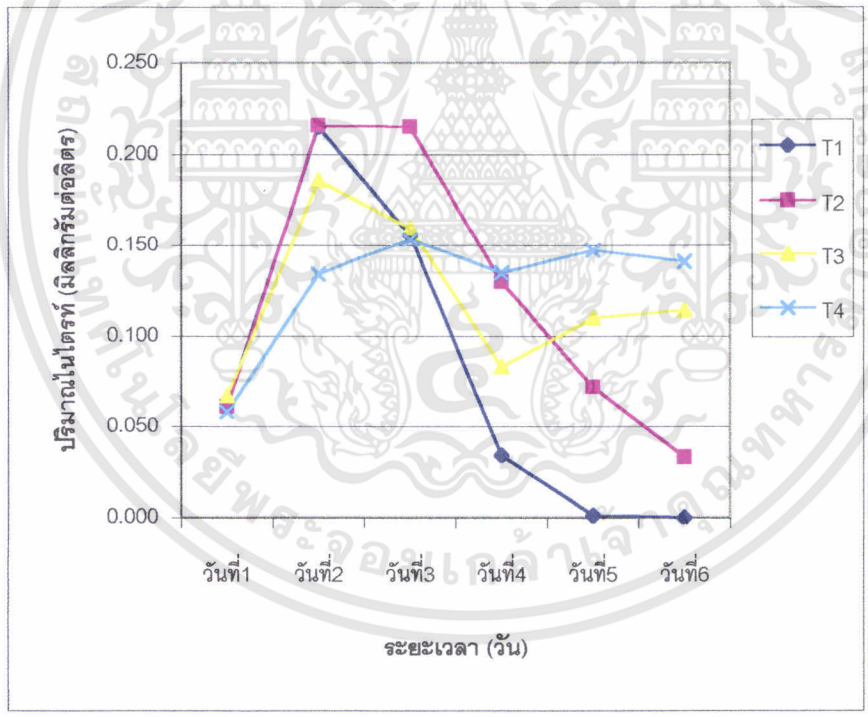
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าไนไตรท์ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	0.061	0.216	0.22*	0.130	0.072**	0.033
T2	0.058	0.134	0.15*	0.135	0.147**	0.141
T3	0.062	0.215*	0.16	0.034	0.001	0.000**
T4	0.067	0.186	0.16*	0.083	0.110	0.114**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 4 ไนไตรท์ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

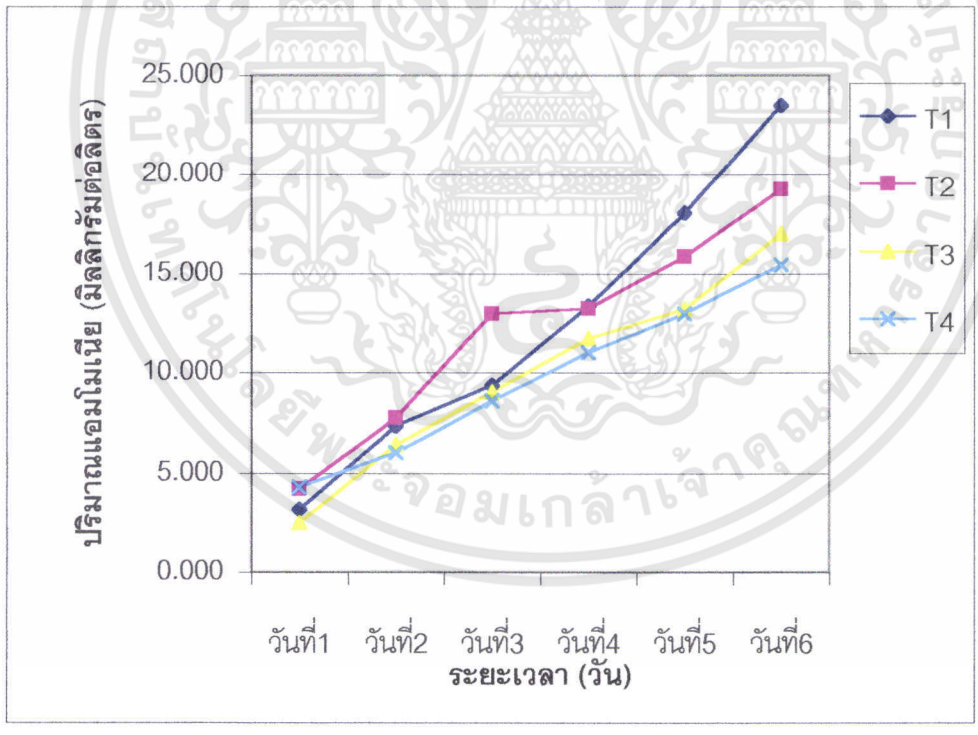
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ค่าแอมโมเนียระหว่างการทดลอง

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	4.21	7.74	12.97*	13.23	15.85**	19.25
T2	4.30	6.01	8.59*	10.99	12.97**	15.43
T3	3.18	7.36*	9.35	13.36	18.04	23.50**
T4	2.50	6.44	9.05*	11.70	13.19	17.04**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 5 แอมโมเนียระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

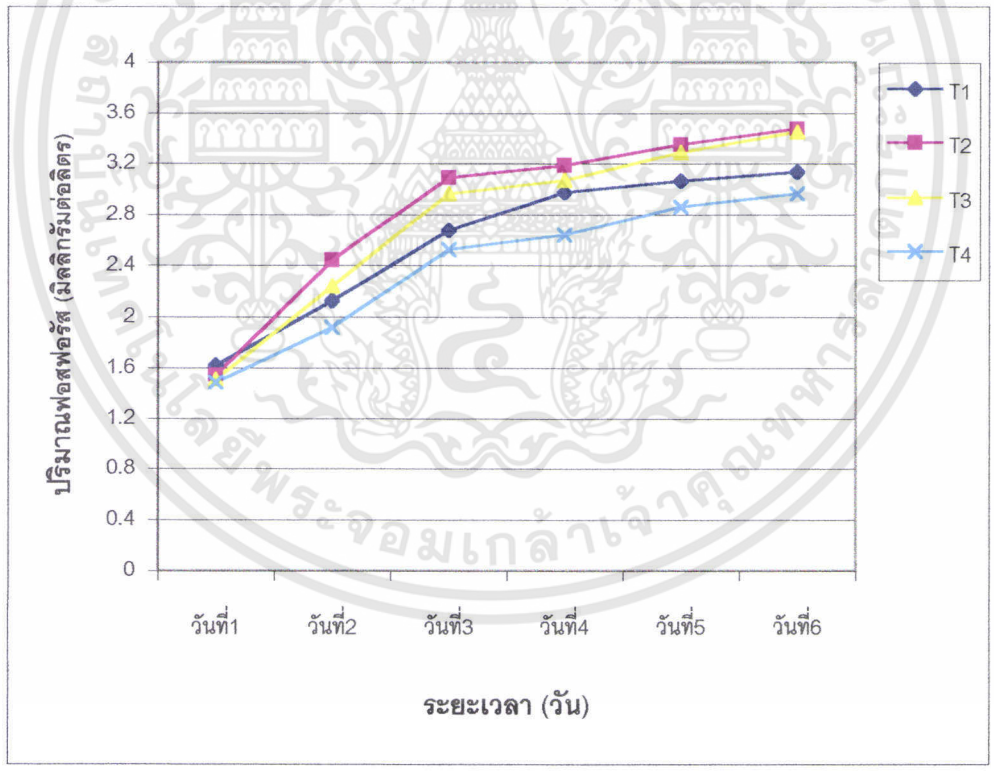
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ค่าฟอสฟอรัสระหว่างการทดลอง

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	1.543	2.441	3.09*	3.186	3.348**	3.471
T2	1.482	1.915	2.52*	2.634	2.856**	2.962
T3	1.621	2.123*	2.67	2.972	3.063	3.137**
T4	1.509	2.239	2.96*	3.071	3.285	3.449**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 6 ฟอสฟอรัสระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

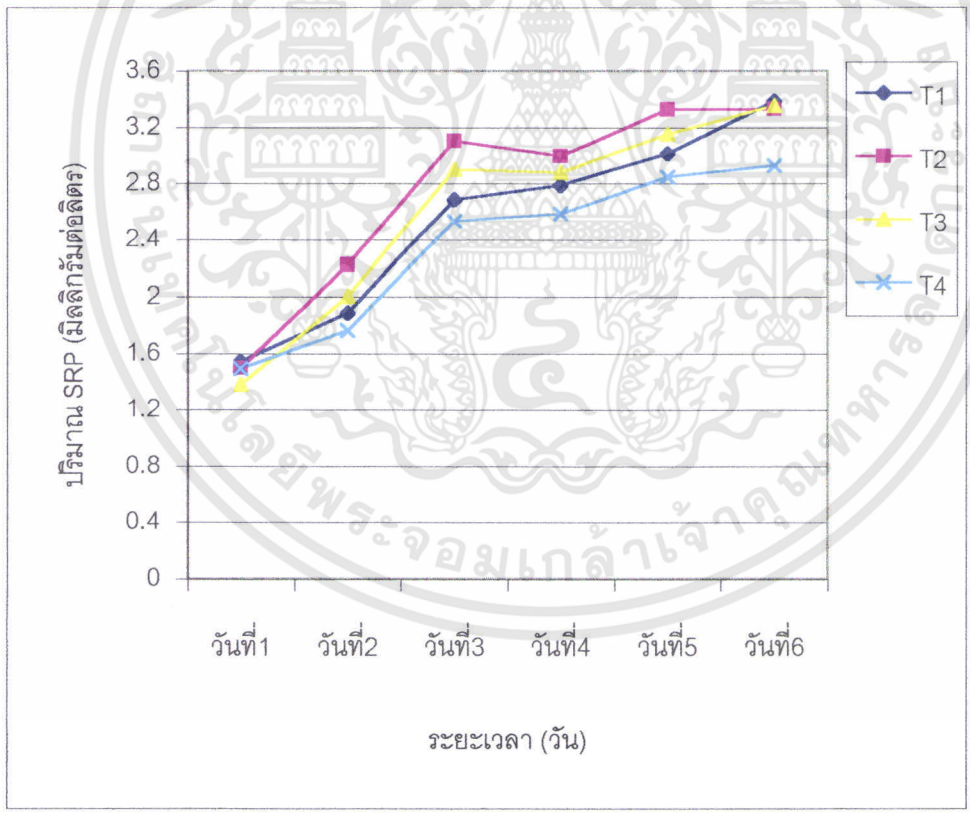
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ค่า Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทดลอง

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	1.502	2.223	3.10*	2.995	3.327**	3.332
T2	1.495	1.765	2.54*	2.588	2.849**	2.928
T3	1.548	1.885*	2.69	2.787	3.015	3.387**
T4	1.385	2.006	2.90*	2.879	3.157	3.356**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก



ภาพผนวกที่ 7 Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

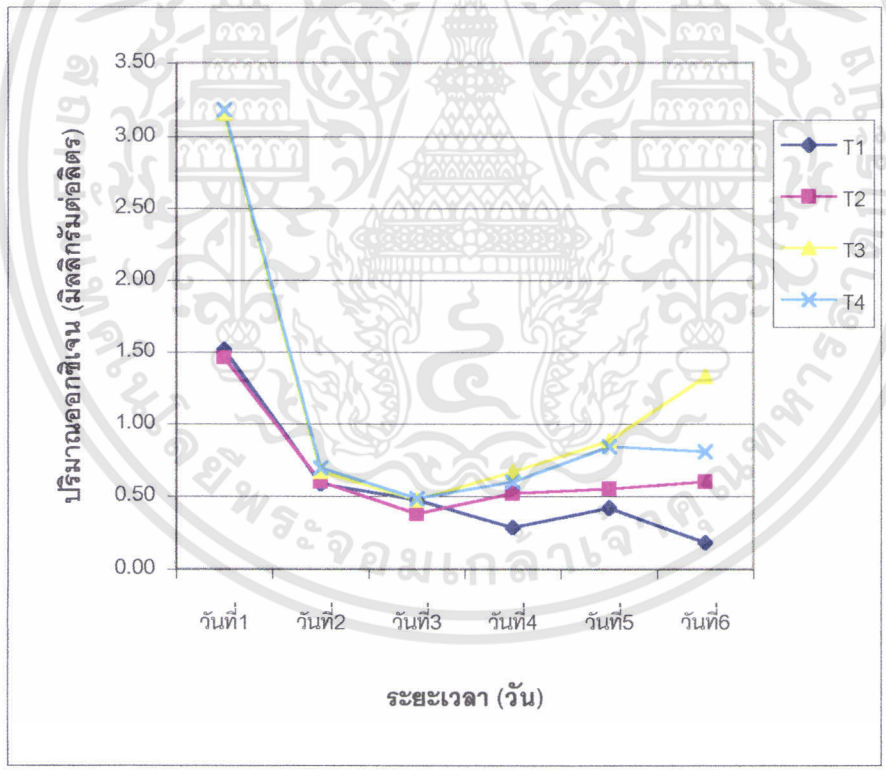
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระหว่างทำการทดลอง

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	1.46	0.60	0.38*	0.52	0.55**	0.60
T2	3.18	0.70	0.48*	0.60	0.84**	0.81
T3	1.52	0.59*	0.47	0.29	0.42	0.18**
T4	3.16	0.67	0.48*	0.67	0.88	1.33**

หมายเหตุ * วันที่ไรแดงเริ่มสร้างไข่พัก

** วันสุดท้ายที่ไรแดงสร้างไข่พัก

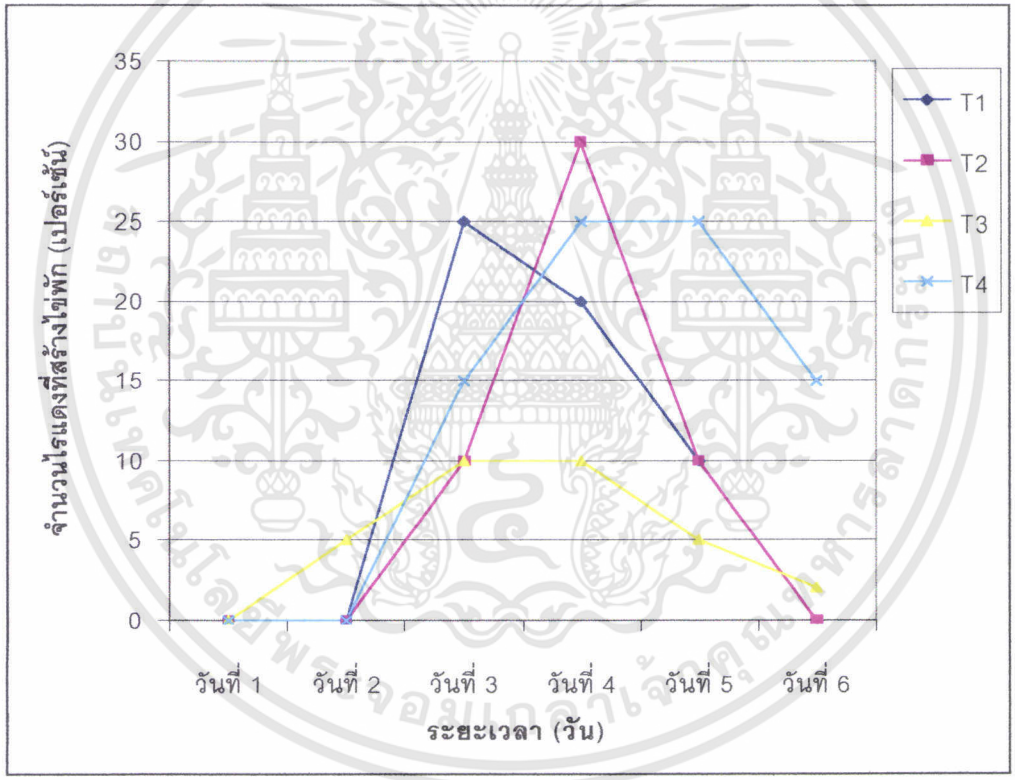


ภาพผนวกที่ 8 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระหว่างทำการทดลอง(มิลลิกรัมต่อลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนตัวที่สร้างไข่พักในระหว่างการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6
T1	0	0	25	20	10	0
T2	0	0	10	30	10	0
T3	0	5	10	10	5	2
T4	0	0	15	25	25	15

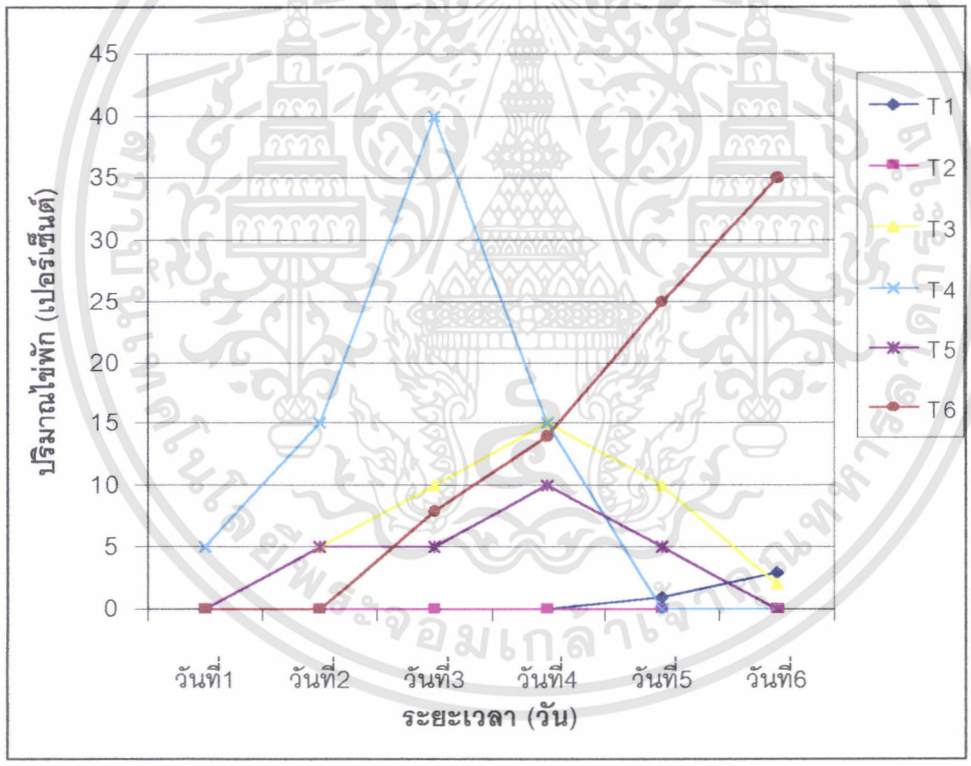


ภาพผนวกที่ 9 จำนวนตัวที่สร้างไข่พักในระหว่างการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณไข่พักของไรแดงในแต่ละระดับอุณหภูมิ (เปอร์เซ็นต์)

	วันที่1	วันที่2	วันที่3	วันที่4	วันที่5	วันที่6
T1	0	0	0	0	1	3
T2	0	0	0	0	0	0
T3	0	5	10	15	10	2
T4	5	15	40	15	0	0
T5	0	5	5	10	5	0
T6	0	0	8	14	25	35



ภาพผนวกที่ 10 ปริมาณไข่พักของไรแดงในแต่ละระดับอุณหภูมิ (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณความเข้มแสงในแต่ละชุดการทดลอง

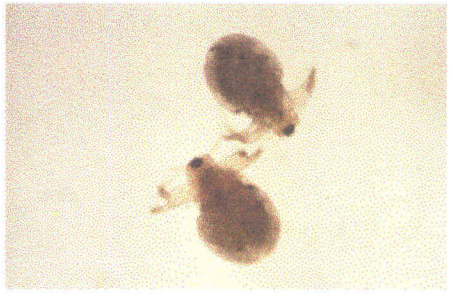
ชุด	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6
T1	0	0	0	0	0	0
T2	2650	2700	2340	2770	2200	2424
T3	4600	5810	5800	6070	6180	6040
T4	2910	2837	2620	2730	2850	2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 11 แสดงไข่พักของไรแดง

ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะของไรแดงที่สร้างไข่พัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 13 ลักษณะของไรแดงที่สร้างลูก

ภาพผนวกที่ 14 ลักษณะของไรแดงที่มีปรสิตปนเปื้อน

ภาพผนวกที่ 15 โรติเฟอร์ ที่พบในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้