

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความเป็นกรดเป็นด่างต่อการสร้างไข่พักของไรแดง (*Moina macrocopa*)  
Effect of pH on Cyst Production of *Moina macrocopa*

ชื่อนักศึกษา นายสุรศักดิ์ บุญมาก

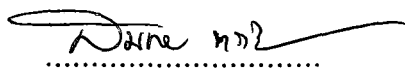
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่... 2...เดือน... กรกฎาคม... พ.ศ. ๒๕๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

ผลของความเป็นกรดเป็นด่างต่อการสร้างไซส์ของไรแดง (*Moina macrocopa*)Effect of pH on Cyst Production of *Moina macrocopa*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ป.พ.

๙๕๕๔๗

๒๕๔๕

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

พ.ศ. ๒๕๔๕

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 99408

วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

#### ผลของความเป็นกรดเป็นด่างต่อการสร้างไซแพ็กของไรแดง (*Moina macrocopa*) Effect of pH on Cyst Production of *Moina macrocopa*

การศึกษาคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองที่มีผลต่อการสร้างไซแพ็กของไรแดง พบว่าคุณภาพน้ำที่ไรแดงมีการสร้างไซแพ็กมีค่าต่าง ๆ ดังนี้ มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.58 – 9.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.035 – 2.014 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.40 – 18.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.10 – 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Soluble reactive phosphorus มีค่าอยู่ในช่วง 18.38 – 32.85 ค่าอัลคาไลด์อยู่ในช่วง 84 – 181 มิลลิกรัมต่อลิตร

การศึกษาผลของระดับความเป็นกรดเป็นด่างต่อการสร้างไซแพ็กของไรแดงโดยแบ่งออกเป็น 7 ระดับ คือ 6.50, 6.75, 7.00, 7.25, 7.50, 7.75, ชุดควบคุม พบว่าทุกระดับความเป็นกรดเป็นด่างสร้างไซแพ็กในวันที่ 2 ของการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบการสร้างไซแพ็กของไรแดงจากชุดที่ทำการปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันกับชุดที่ปรับเพียงวันเดียว พบว่าที่ 7.25 ของชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันมีการสร้างไซแพ็กมากกว่าชุดควบคุม

## คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบุญณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ คอยที่แนะวิธีการทดลอง คำปรึกษา พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นในการทดลอง และขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้การศึกษ ช่วยอบรม ตลอดจนการชี้แนะแนวทางจนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณพี่มอญ พี่นิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และสุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ช่วยอุปถัมภ์ค้ำชู ทั้งในเรื่องทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจตลอดมา จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษา

นายสุรศักดิ์ บุญมาก  
พฤษภาคม พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลอง	20
สรุปผล	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	21
2	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	21
3	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	22
4	ค่า Soluble reactive phosphorus เจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	23
5	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	23
6	ค่าอัลคาไลด์เจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	24
7	ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	24
8	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	25
9	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	26
10	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	26
11	ค่า Soluble reactive phosphorus เจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	27
12	ค่าอัลคาไลด์เจือปนในการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	28
13	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	28
14	เปอร์เซ็นต์การสร้างไขฟักเจือปนของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	29
15	เปอร์เซ็นต์การสร้างไขฟักเจือปนของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	29
16	เปอร์เซ็นต์การฟักไขเจือปนของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	30
17	เปอร์เซ็นต์การฟักไขเจือปนของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	30
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	44
2	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	44
3	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	45
4	ค่า Soluble reactive phosphorus เจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	45
5	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	46
6	ค่าอัลคาไลด์เจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	46
7	ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	47
8	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	47
9	ค่าไนโตรท-ไนโตรเจนเจือปนในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	ค่า Soluble reactive phosphorus เฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	48
11	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	49
12	ค่าอัลคาไลด์เฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	49
13	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	50
14	เปอร์เซ็นต์การสร้างไซแพกเฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	50
15	เปอร์เซ็นต์การสร้างไซแพกเฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	51
16	เปอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	51
17	เปอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ภาพวาดไรแดง <i>Moina macrocopa</i>	4
2 เปรียบเทียบลักษณะของไรแดง <i>Moina macrocopa</i>	7
3 วงจรชีวิตของไรแดง	11
4 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	31
5 ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	31
6 ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	32
7 ค่า Soluble reactive phosphorus เฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	32
8 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	33
9 ค่าอัลคาไลด์เฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	33
10 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	34
11 ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	35
12 ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	35
13 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	36
14 ค่า Soluble reactive phosphorus เฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	36
15 ค่าอัลคาไลด์เฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	37
16 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	37
17 เพอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักเฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	38
18 เพอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักเฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	38
19 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักชุดที่ปรับ pH ทุกวันกับชุดที่ปรับ pH วันแรก	39
20 เพอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH ทุกวัน	39
21 เพอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ยของไรแดงในระหว่างการทดลองชุดที่ปรับ pH วันแรก	40
22 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ชุดที่ปรับ pH ทุกวันกับชุดที่ปรับ pH วันแรก	40

## คำนำ

ปัจจุบันประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก็ได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคนิคและวิธีการให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอ โดยเฉพาะขั้นตอนในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำ เพื่อที่จะให้ได้สัตว์น้ำที่มีคุณภาพดี และมีอัตราการรอดสูง อาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนจึงมีความสำคัญในการอนุบาลสัตว์น้ำ เนื่องจากลูกสัตว์น้ำมีขนาดเล็ก อาหารที่ดีจะต้องเหมาะสมทั้งขนาดและคุณค่าทางโภชนาการ ไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นอาหารที่มีชีวิตที่เหมาะสมต่อการใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ดีเนื่องจากมีขนาดพอเหมาะและมีคุณค่าทางโภชนาการ ไรแดงยังสามารถมีชีวิตได้นานพอที่ลูกสัตว์น้ำจะกินหมด จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย ทำให้การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการรอดสูง

ในอดีตไรแดงสามารถรวบรวมได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำเสื่อมโทรมลง ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนไรแดง พ่อแม่พันธุ์ในธรรมชาติก็ลดน้อยลง จึงได้มีการเพาะเลี้ยง แต่ในการเพาะเลี้ยงก็ยังไม่มีความสะอาดเพียงพอ ทำให้มีเชื้อโรคต่างๆ ปะปนกับไรแดง ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (กรมประมง , 2538) ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง เพื่อหาแนวทางในการผลิตและเก็บไข่พักไว้เพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนไรแดงในการอนุบาลสัตว์น้ำ

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณภาพน้ำระหว่างการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
2. ศึกษาถึงความเข้มข้นของแอมโมเนียที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง

## การตรวจเอกสาร

### ชีววิทยาของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจำพวกครัสตาเซียน (Crustacean) ที่มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า Pennak (1978) ได้จัดอนุกรมวิธานของไรแดงดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacean

Subclass Branchiopoda (phyllopoda)

Order Cladocera (Water flea)

Family Daphnidae

Genus *Moina*

Species *macrocopa*

### ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง หรือที่เรียกว่า crustacean มีชื่อสามัญว่า Water flea เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่ง มีขนาด 0.4 – 1.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีแดงเรื่อๆ โดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย จะมองเห็นไรแดงมีสีเข้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไรแดงจะผลิต haemoglobin เพิ่มปริมาณมากขึ้นเพื่อใช้รับปริมาณออกซิเจน ไรแดงมีส่วนหัวกว้าง มีตาารวมขนาดใหญ่อยู่ทางส่วนปลายของหัว มีแฉ่งที่ชอกคอ (cervical sinus) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่ สันไม้แบ่งเป็นปล้องตรงปลายหนวดคู่แรกมีขนเล็กๆ 5 – 6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก (sense hair) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ตรงปลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนงจะมีจำนวนปล้องไม่เท่า โดยแขนงแรกมี 3 ปล้อง และแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนฝาด้านท้องมีหนามเล็กๆ ที่ postabdoment มีหนามแหลม 9 อัน เรียงกันเป็นแถว หนามอันแรกที่อยู่ใกล้ฐานของ postabdominal spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยกเป็น 2 แฉก เรียก bident ไรแดงเพศผู้ขาดูแรกมีลักษณะขอเป็นตะขอ (hook) และหนวดคู่แรกมีขนาดเล็กยาวกว่าเพศเมีย ปลายหนวดมีขนซึ่งมีตะขอเล็กๆ อยู่ประมาณ 5 เส้น (สันทนา ดวงสวัสดิ์ , 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะของไรแดงเพศเมีย (ลัดดา วงศ์รัตน์และคณะ , 2524)

ลำตัวไรแดงปกคลุมด้วยเปลือกไข่ เปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นชั้นเดียว แต่งอพับตรงด้านหลังของไรแดง และเปิดออกตรงด้านท้อง โดยมากที่หัวและเปลือกหุ้มลำตัวมีขนบางๆ ปกคลุม ขนบนหัวด้านหลังยาวกว่าขนที่บริเวณส่วนอื่น ยกเว้นในตัวเมียที่กำลังสร้างไข่ จะไม่มีขนบนเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะในบริเวณส่วนหลัง

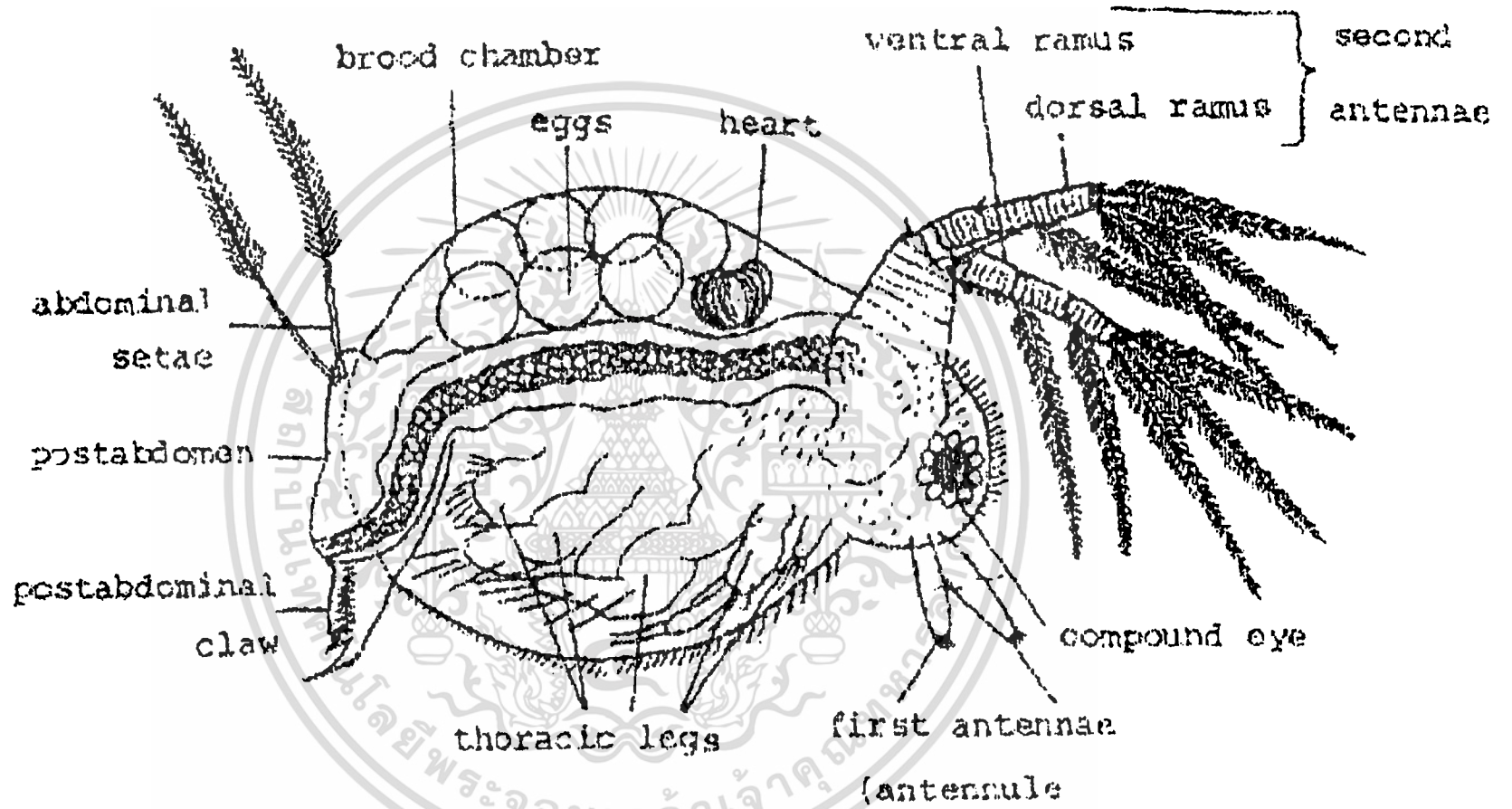
หัวมีลักษณะกลม ไม่มีแฉ่งเหนือตา ยกเว้นในไรแดงที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น มีตาประกอบ (compound eye) ซึ่งเป็นอวัยวะรับแสง 1 อัน ประกอบด้วยจุดสีดำขนาดใหญ่ ล้อมรอบด้วยเลนส์ใสๆ หลายอัน ตาประกอบสามารถกลอกไปมาโดยอาศัยกล้ามเนื้อตาทั้ง 6 มัด ขนาดตาประกอบปานกลาง ตำแหน่งของตาประกอบอยู่บริเวณกึ่งกลางของหัว ที่ส่วนหัวมีระยะยาค์ 2 คู่ คือ

หนวดคู่ที่ 1 มี 2 เส้น เป็นแบบ uniramous รูปร่างคล้ายบูหรือชิการ์ รอบหนวดมีขนสั้นซึ่งมีหน้าที่รับความรู้สึก (sensory hair) อยู่เรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวดที่ด้านข้าง ซึ่งตรงจุดกึ่งกลางของหนวดมีขนแข็งรับความรู้สึกขนาดค่อนข้างยาว 1 เส้น นอกจากนี้ที่ปลายสุดของหนวดคู่ที่ 1 ยังมีกลุ่มขนแข็งขนาดสั้นๆ เรียกว่า olfactory setae

หนวดคู่ที่ 2 มี 2 เส้น ขนาดใหญ่กว่าหนวดคู่ที่ 1 เป็นแบบ biramous บนหนวดคู่นี้มีขนสั้นเรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวด เป็นอวัยวะสำคัญในการว่ายน้ำเนื่องจากมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ หนวดแต่ละเส้นประกอบด้วยส่วนฐาน (basipod) โคนของส่วนฐานมีขนรับความรู้สึก 2 เส้น สันนิษฐานว่ามีหน้าที่ตรวจสอบความแรงของกระแสที่พัดผ่านตัว นอกจากนี้ที่ปลายของส่วนฐานยังมีขนรับความรู้สึกอีก 1 เส้น ส่วนฐานแบ่งออกเป็น 2 แขนง (rami) แขนงบนเรียกว่า exopod แขนงล่างเรียกว่า endopod exopod ยังแบ่งได้อีก 4 ปล้อง ปล้องที่ 1 มีขนาดสั้นที่สุด ปล้องนี้ไม่มีเส้นขนนกขนาดยาว (pulmose setae) ที่ช่วยในการว่ายน้ำหรือเรียกว่า swimming setae ปล้องที่ 2 - 4 มีความยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 2 ไม่มีเส้นขนนกแต่มีหนามแข็ง (spine) เพียง 1 อัน ปล้องที่ 3 มีเส้นขนนก 1 เส้น ส่วนปลายสุดของปล้องที่ 4 มีเส้นขนนก 3 เส้นและหนามแข็งอีก 1 อัน ปากอยู่ที่ส่วนหัว ส่วนประกอบของปากประกอบด้วย labrum มีขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแผ่น 1 อัน มี mandible 1 คู่ maxillae , maillae และริมฝีปาก mandible ซึ่งมีอยู่ 1 คู่จะเชื่อมติดกันเป็นแผ่นเดียว ส่วนนี้เป็นส่วนแข็งแรงเพราะเป็นขอบ เป็นซี่แข็งและคมช่วยในการบดเคี้ยวอาหาร maxillue มี 1 คู่ขนาดเล็ก อยู่ที่ด้านข้างของลำตัว คือ ระหว่าง mandible และริมฝีปาก maxillue มีรูปร่างค่อนข้างแหลมตรงปลายมีขนโค้งๆ หลายเส้น หน้าที่ของ maxillue คือ ช่วยดันอาหารให้เข้าไปใน mandibles ส่วนประกอบของปากชิ้นสุดท้ายคือ maxillae ซึ่งมีขนาดเล็ก และไม่มีหน้าที่ในการกินอาหาร แต่ช่วยเปิดต่อมขับถ่ายของเสีย (excretory organ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นขนานของสายตัวตั้งกลาง ตรงมุมบนของเปลือกมีขอ 2 อัน ที่ขอบด้านท้องของเปลือกมีขน



ภาพที่ 1 ภาพวาดไรแดง *Moina macrocopa*  
 ที่มา : ลัดดา วงศ์รัตน์และคณะ (2524)

แข็งๆ จำนวน 55 – 65 อัน ขนตรงส่วนหน้ามีความยาวมากกว่าขนที่ส่วนท้าย ผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวบางกว่าผิวนอกมาก ผิวของเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะด้านในมีหน้าที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การหมุนเวียนของโลหิตเกิดที่ช่องว่างระหว่างผิวด้านในและผิวด้านนอกของเปลือกหุ้มลำตัว

ลำตัวของไรแดงไม่ติดกับเปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอก (thorax) ซึ่งมีขาที่ส่วนอกจำนวน 5 คู่ และส่วนท้อง (abdomen) ทางเดินอาหารซึ่งเริ่มต้นจากส่วนหัว มีลักษณะเป็นท่อค่อนข้างตรงพาดไปตามความยาวของลำตัว ที่ด้านข้างของกึ่งกลางทางเดินอาหารเป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีโครงสร้างอย่างง่าย ๆ ท่อทางเดินอาหารของไรแดงเห็นได้ยากเนื่องจากลำตัวค่อนข้างทึบเพราะไรแดงชอบอาศัยในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างขุ่น ทางเดินอาหารเริ่มจากปากที่ต่อกับคอกหอย (esophagus) ซึ่งเป็นช่องแคบๆ แล้วถึงกระเพาะอาหาร ซึ่งกว้างกว่าส่วนคอกหอย ต่อจากกระเพาะอาหารเป็นลำไส้ ส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหาร คือ rectum และของเสียจะถูกปล่อยออกภายนอกที่รูกัน (anus) ซึ่งอยู่ด้านหลังของโพสท์แอบโดเมน ทางเดินอาหารมักมีอาหารบรรจุอยู่เต็ม เนื่องจากไรแดงเป็นสัตว์ที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา ไรแดงกินอาหารโดยวิธีการกรองจากน้ำ (filter feeding)

ลักษณะของขาที่ส่วนอกทั้ง 5 คู่ มีดังนี้

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

ขาคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าขาคู่ที่ 1 บนส่วนของ gnatobase ของ basipod มีลักษณะเป็นพู่ บนพู่มีเส้นขนนกระเรียงกันเป็นแถว ขาคู่ที่ 2 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวเช่นเดียวกับขาคู่ที่ 1

ขาคู่ที่ 3 และ ขาคู่ที่ 4 มีลักษณะคล้ายกัน แต่ขาคู่ที่ 3 มีขนาดใหญ่กว่า ขาคู่ที่ 3 คู่นี้มีเส้นขนบนส่วนของ endopod ลักษณะคล้ายซี่หวี จึงมีหน้าที่สำคัญในการกรองอาหาร ขาคู่ที่ 3 และ 4 ไม่มีส่วนของ gnatobase ที่โคนขาคู่ที่ 5 มีขนาดเล็กที่สุด endopod แบ่งเป็นปล้อง exopod มีขนาดใหญ่มีหน้าที่ช่วยในการกระทุมน้ำ

โพสท์แอบโดเมน อยู่ส่วนท้ายของลำตัว มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนกว้าง ลักษณะเป็นรูปกรวยตรงมุมบนของส่วนนี้มีขนขนาดยาวมาก 2 เส้น เรียกว่า abdominal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

setae และบริเวณนี้ยังมีขนสั้นๆ เรียงกันเป็นแถวจำนวนหลายแถวอีกด้วย ปลายสุดของโพสท์แอบโดเมนมีอู่เล็บหรือ claw โค้งๆ 2 อัน ด้านเว้าของอู่เล็บดังกล่าวมีซี่ฟันขนาดเล็กเรียงกัน 1 แถว ถัดจากอู่เล็บมีซี่ฟันรูปสองแฉก 1 ซี่ และยังมีฟันรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีขอบเป็นจักคล้ายขนนกจำนวน 9 – 11 ซี่ ฟันทั้งหมดอยู่ที่ขอบของโพสท์แอบโดเมน ระหว่างอู่เล็บและ bident อาจมีหนามสั้นๆ 2 – 3 อันก็ได้ โพสท์แอบโดเมนมีหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำหรือกำจัดเศษอาหารออกจากลำตัว

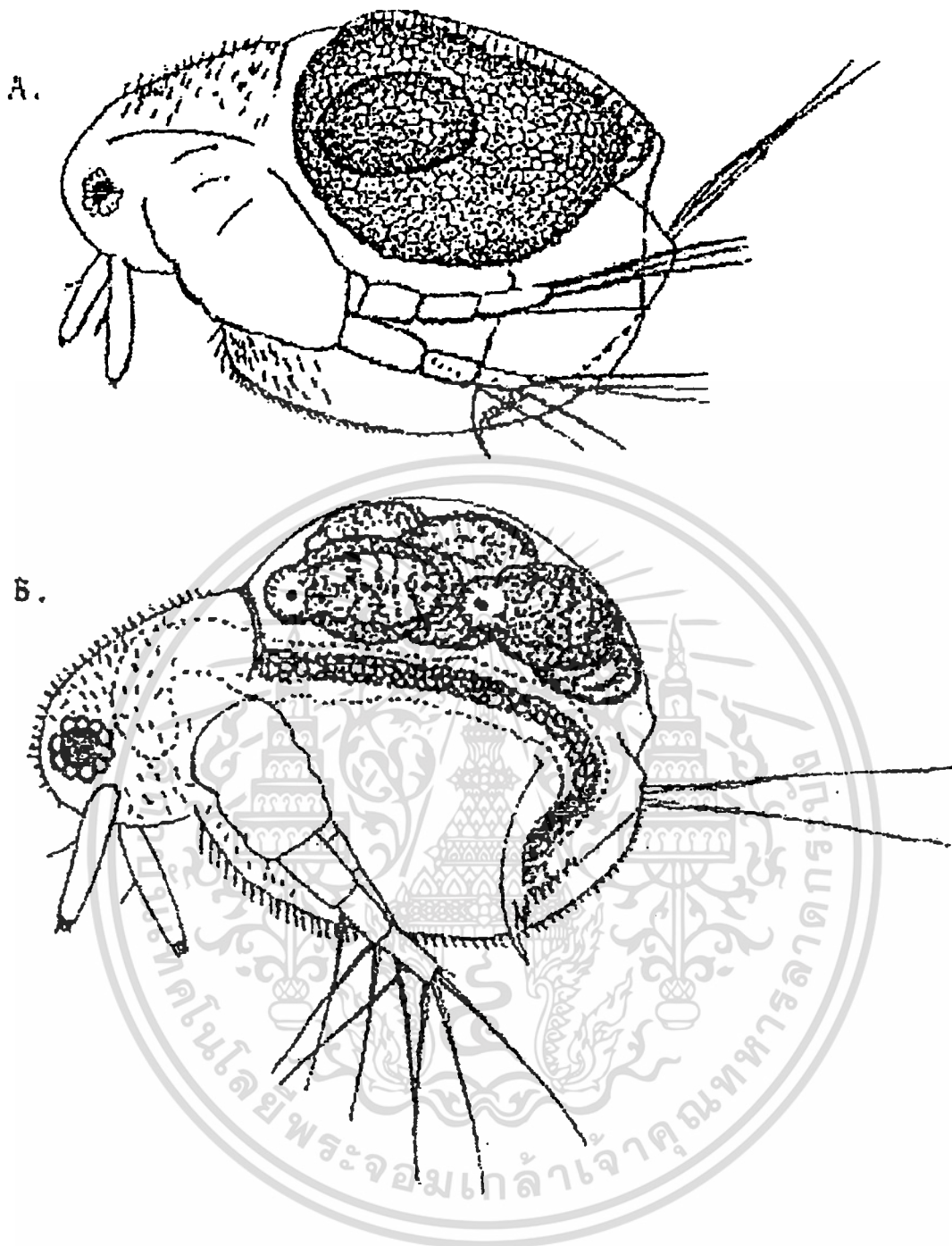
โดยทั่วไปประชากรของไรแดงประกอบด้วยตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) บางช่วงเวลาในรอบปีที่ประชากรของไรแดงจะมีตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (ephippial female หรือ sexual female) ลักษณะของตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะคล้ายกับตัวเมียชนิดแรก เพียงแต่ขนาดของตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีขนาดลำตัวเล็กกว่า คือ ยาวประมาณ 0.7 – 1.1 มิลลิเมตร

ฝักไข่ หรือ ephippium ประกอบด้วยไข่จำนวน 2 ฟอง แต่ละฟองมีรูปร่างคล้ายอานม้า ซึ่งระยะแรกไข่ทั้ง 2 ฟอง จะเรียงตัวกันในแนวราบทำให้อู่ออกมาเหมือนว่ามีเพียงฟองเดียวเท่านั้น แต่เมื่อไข่แก่มันจะเรียงกันในแนวตั้ง จึงทำให้เห็นว่ามี 2 ฟองอย่างชัดเจน สีของ ephippium เป็นสีน้ำตาล และมีลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปหกเหลี่ยม

### ลักษณะของไรแดงเพศผู้

เปลือกหุ้มลำตัวรูปไข่และปกคลุมด้วยขนบางๆ ขนบนหลังมีขนาดยาวกว่าขนที่ท้อง แต่จำนวนขนบนส่วนหัวจะน้อยกว่าส่วนอื่นของเปลือกหุ้มลำตัว

หัวมีขนาดใหญ่ ไม่มีแองเทเนียตา ตาประกอบขนาดใหญ่ กินเนื้อที่เกือบทั้งหมดของส่วนหัว จุดตั้งต้นของหนวดคู่ที่ 1 อยู่ใต้ด้านหน้าของหัวหรืออยู่ใต้ตาประกอบ หนวดคู่ที่ 1 มีขนาดยาวมาก ตรงกึ่งกลางของหนวดจะโค้งเข้าหาลำตัว และปลายสุดมีขอสั้นๆ 4 – 6 ขอเรียงอยู่กันเป็นวงล้อมรอบปุ่มรับความรู้สึก (sensory papillae) ขอเหล่านี้มีหน้าที่ช่วยในการผสมพันธุ์ของไรแดง ส่วนหัวของตัวเมียแยกออกจากเปลือกหุ้มลำตัว โดยมีร่อง (groove) ตื้นๆ ซึ่งร่องนี้เห็นชัดในตัวผู้มากกว่าตัวเมีย



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะของไรแดง *Moina macrocopa*

A. ไรแดงที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual female)

B. ไรแดงที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Parthenogenetic female)

ที่มา : ลัดดา วงศ์รัตน์และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนเปลือกหุ้มลำตัวของตัวผู้มีหลายเป็นร่องแหเช่นเดียวกับตัวเมีย บนเส้นขนานของร่างแห จะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ที่ขอบด้านหน้าของเปลือกหุ้มลำตัวมีขนแข็งๆ 35 – 40 เส้น ขนที่ส่วนหน้า มีขนาดยาวกว่าขนที่ส่วนท้ายและที่มุมบนของเปลือกหุ้มลำตัวมีขนสั้นๆ มุมละ 1 อัน มีหน้าที่ยึด abdominal setae ที่ส่วนบนของโพสท์แอบโดเมน ซาคูที่ 1 ของไรแดงตัวผู้มีขนาดใหญ่และโค้ง 1 อัน มีหน้าที่ในการจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ ขอนี้ตั้งอยู่บนส่วนของ penultimate ซึ่งมีขนบางๆ จำนวนมาก ปล้องสุดท้ายของซาคูที่ 1 มีขนขนาดยาวไม่เท่ากันจำนวน 3 เส้น เส้นที่อยู่กลางมีลักษณะคล้ายขอ ส่วนขนอีก 2 เส้นมีลักษณะคล้ายขนนก ปลายสุดของ exopod ของซาคูนี้มีขนอีก 1 เส้น ขนาดยาวมาก คือ ยาวจนจรดขอบด้านท้องของเปลือกหุ้มลำตัวหรืออาจยาวมากกว่าก็ได้ นอกจากนี้ขอนี้ยังโค้งขนานไปกับขอบด้านท้องอีกด้วย

โพสท์แอบโดเมนของตัวผู้ มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเมีย เช่น มีขนที่ด้านบนและมีซี่ฟันลักษณะคล้ายขนนกที่ขอบล่างของโพสท์แอบโดเมน จำนวน 7 – 10 ซี่ เป็นต้น ส่วนที่แตกต่างจากเพศเมีย คือ ส่วนล่างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมนั้น มีฐานของรูปสามเหลี่ยมยาวกว่า และที่ตั้งของอวัยวะอยู่กึ่งกลางส่วนล่างของโพสท์แอบโดเมน ช่องเปิดเซลล์สืบพันธุ์มี 2 ช่อง อยู่ที่ด้านท้องของอวัยวะหรือบริเวณส่วนโคนของอวัยวะพอดี testis ตั้งอยู่ 2 ซ้างของลำไส้ มีขนาดเล็กภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ ลักษณะใสๆ รูปร่างของเซลล์สืบพันธุ์เป็นแบบแท่ง (rod shape) ตัวผู้มีลำตัวยาวประมาณ 0.45 – 0.7 มิลลิเมตร

การแยกเพศของไรแดงจะสังเกตได้จากไรแดงเพศผู้จะมีรูปร่างเล็ก และยาวเรียกว่าไรแดงเพศเมีย ระยะเวลาที่ตัวผู้และตัวเมียมีเพศสัมพันธ์กันสั้นมาก ประมาณ 1 นาที ส่วนไรแดงเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ และมีตัวอ่อนเกือบกลม มีขนาด 1.0 – 1.5 มิลลิเมตร (Pennek, 1978) ไรแดงที่พบทั่วๆ ไปจะเป็นเพศเมีย เมื่อโตเต็มที่จะมีตัวอ่อนอยู่ในถุงหน้าท้องประมาณ 4 – 5 ตัว บางครั้งจะเห็นไข่ที่กำลังเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนภายในถุงหน้าท้องด้วย

### การสืบพันธุ์ของไรแดง

ไรแดงสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) เกือบตลอดทั้งปี ฉะนั้นตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบนี้จึงมีชื่อเรียกเฉพาะว่า parthenogenetic female ซึ่งจะผลิตไข่ชนิดพิเศษหรือ parthenogenetic egg ไข่ชนิดนี้สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อตัวผู้เพื่อการผสมพันธุ์ จำนวนไข่ไม่แน่นอน คือ มีจำนวนตั้งแต่ 2 – 30 ฟอง โดยเฉลี่ยมีจำนวน 15 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และความสมบูรณ์ของตัวแม่ ไข่ชนิดนี้เมื่อถูกผลิตขึ้นมาจะเคลื่อนที่เข้าสู่ของพักไข่ (brood chamber) ซึ่งเป็นช่องว่างตรงส่วนหลังระหว่างเปลือกหุ้มลำตัว ช่องพักไข่นี้สามารถ

ปิดและเปิดได้โดยอาศัยเส้นขน 2 เส้นบนโพสท์แอบโดเมน ที่เรียกว่า postabdomal setae ไข่จะเจริญอยู่ในช่องฟักไข่นับแต่ฟักเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย จนกระทั่งถูกปล่อยออกจากตัวแม่ ดังนั้นไรแดงจึงมีระยะวัยอ่อน (larval form) ตัวอ่อนได้รับอาหารจากแม่โดยการขยับของโพสท์แอบโดเมนมาทางข้างล่าง โดยทั่วไปไข่ชุดใหม่จะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ทันทีที่ตัวอ่อนชุดแรกปล่อยออกจากตัวแม่ ขบวนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะดำเนินเรื่อยไปจนกระทั่งเกิดสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมขึ้น เช่น ประชากรเกิดขึ้นหนาแน่น การขาดแคลนอาหาร การเกิดของเสียปริมาณมากในน้ำหรือสภาวะอากาศไม่เหมาะสม เป็นต้น ปัจจัยดังที่กล่าวมานี้จะมีอิทธิพลทำให้ไรแดงเปลี่ยนวิธีการสืบพันธุ์เป็นแบบมีเพศ ซึ่งในช่วงเวลานี้จะมีไรแดงตัวผู้และไรแดงตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบมีเพศ (sexual female หรือ ehippial female) ขึ้นในประชากรไรแดง

ไรแดงตัวเมียชนิดที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) สามารถผลิตไข่ได้ 3 ชนิด ดังนี้

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

Sexual female ของไรแดงเมื่อเจริญเต็มวัยที่จะผลิตไข่ชนิดที่เรียกว่า sexual egg ขึ้นจำนวน 2 ฟอง และมีลักษณะที่บ่งชี้ ซึ่งต้องผสมพันธุ์กับเชื้อตัวผู้ จึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ ในเวลาเดียวกับที่ sexual egg ถูกผลิตขึ้นมานั้นจะมีการสร้างเปลือกหุ้มไข่ (ehippial shell) โดยที่ผนังของช่องฟักไข่จะเริ่มหนาขึ้นพร้อมกับมีสีเข้มขึ้นด้วย เปลือกหุ้มไข่มีลักษณะคล้ายอานม้า ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่และเปลือกหุ้มไข่ที่สร้างขึ้นล่วงหน้าแล้วจะปิดรอบไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว เมื่อไรแดงตัวแม่ลอกคราบครั้งต่อไป ehippium จะถูกปล่อยออกจากตัวแม่และจมสู่พื้น ehippium ของไรแดงได้ถูกสร้างขึ้นมาอย่างพิเศษ คือ มีเปลือกหนาและมีลวดลายรูปหกเหลี่ยม จึงมีความสามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตได้อย่างดี ต่อเมื่อสภาวะแวดล้อมกลับสู่สภาวะปกติ ไข่ชนิดดังกล่าวจะเจริญเป็น parthenogenetic female egg อีกครั้งหนึ่ง

Sexual egg ที่ไม่ได้รับการผสมจะสลายตัวไป โดยที่ไม่ต้องเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่ และเปลือกหุ้มไข่ที่ถูกสร้างขึ้นก็จะสลายตัวไปโดยอัตโนมัติด้วย

รูปร่างลักษณะของ pathenogenetic female คล้ายกับ sexual female แต่ต่างกันตรงที่ ชนิดหลังมีขนาดเล็กกว่า และที่สำคัญที่สุด คือ sexual female สามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ กล่าวคือ เมื่อผลิต sexual egg อย่างน้อย 1 ชุดแล้ว ก็อาจสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศได้อีก นอกจากนี้ sexual female ยังสามารถจับคู่กับตัวผู้ได้อีกด้วย ส่วน pathenogenetic female แม้ว่าสามารถผลิต sexual egg แต่จะไม่สามารถจับคู่กับตัวผู้ได้เลย

### วงจรชีวิตของไรแดง

ระยะเวลาที่ไรแดงที่ฟักออกจากไข่เจริญเป็นตัวเต็มวัย จนกระทั่งตายไปไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม Pennek (1978) ได้แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงแบ่งออกได้ 4 ระยะ ดังนี้

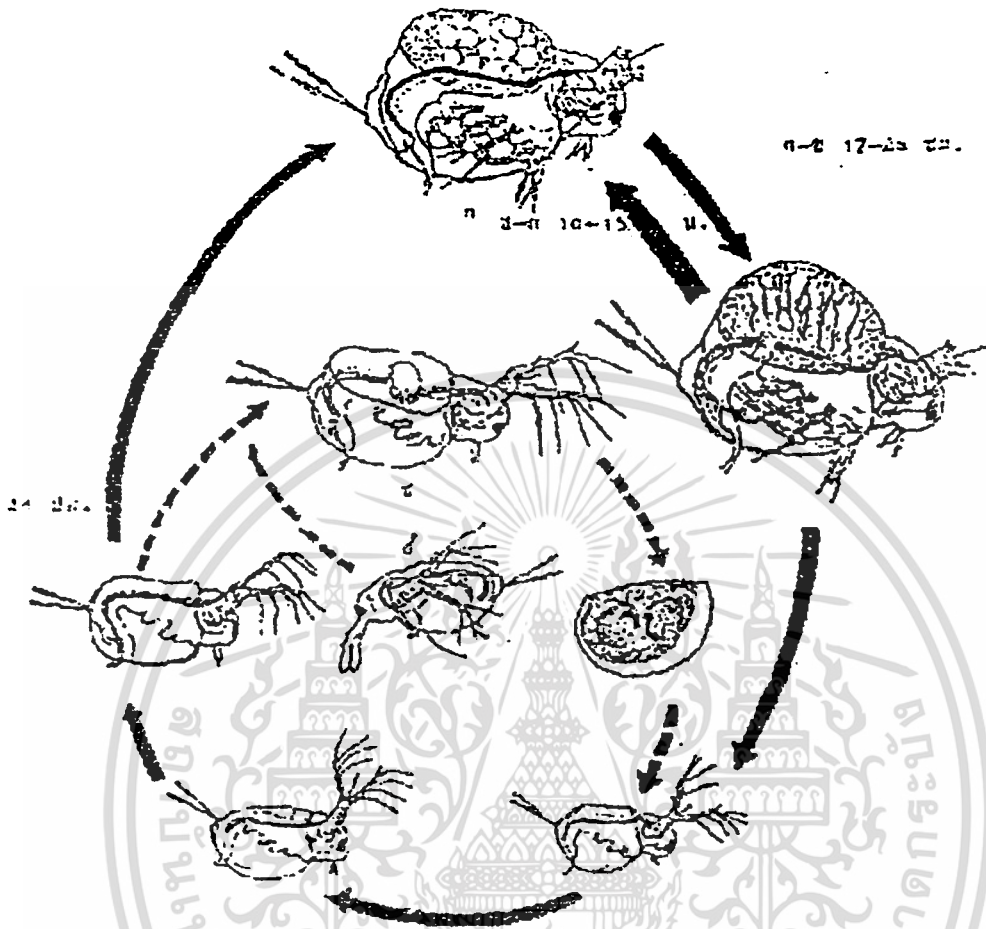
ระยะที่ 1	ไข่ (egg)
ระยะที่ 2	Juvenile instar ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ระยะ คือ first และ second juvenile instar
ระยะที่ 3	Adolescent instar มี 1 ระยะ
ระยะที่ 4	ตัวเต็มวัย (adult)

เมื่อไข่เคลื่อนที่เข้าสู่ช่องฟักไข่ การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง เมื่อ first juvenile instar ออกจากตัวแม่แล้ว จะทำการลอกคราบออกเป็น second juvenile instar ซึ่งระยะนี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า adolescent instar (ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีชุดไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่ทันที) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย (adult) ตัวแม่เดิมจะมีชุดไข่ชุดที่ 2 อยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้น ถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ไรแดงสามารถผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากติดต่อกันโดยไม่ขาดตอนเลย การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมาก อาจเป็นเวลา 2 – 3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลาในตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2 – 3 ชั่วโมงก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร คุณสมบัติของน้ำ และภูมิอากาศ เป็นต้น

### วิธีการในการเพาะเลี้ยงไรแดง แบ่งได้เป็น 2 วิธี (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ , 2531)

การเพาะแบบต่อเนื่อง การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงหลายวันภายในปอเดียวกัน การเพาะแบบนี้ต้องมีปออย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของไรแดง

ก ตัวเต็มวัยที่มีไข่อยู่ใน brood chamber (ระยะ egg)

ข ตัวเต็มวัยมีตัวอ่อนอยู่ภายใน brood chamber และตัวอ่อนพร้อมจะออกจากตัวแม่ (ระยะ juvenile)

ค-ง ตัวอ่อนที่ออกจากตัวแม่และพร้อมจะสร้างไข่ (ระยะ adolescent) และ (ระยะ mature + ลอกคราบ)

จ เป็นไรแดงเพศผู้เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

ช-ฉ ไรแดงเพศเมียที่ได้รับการผสมจากตัวผู้จะสร้าง resting egg ซึ่งมี 2 ใบใน 1 ตัว

ที่มา : พรนภา ลำเลียขผล (2530)

สภาวะแวดล้อมในบ่อไรแดง นอกจากการเติมพวกอินทรีย์สารต่างๆ หรือเติมน้ำเขียวลงในบ่อ ควรมีการถ่ายน้ำและการเพิ่มน้ำสะอาดลงไปบ่อยๆ เพื่อเป็นการลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย และสารพิษอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อการเพาะเลี้ยงแบบไม่ต่อเนื่อง การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงเพียงครั้งเดียว การเพาะแบบนี้จำเป็นต้องมีบ่ออย่างน้อย 6 บ่อ เพื่อใช้ในการหมุนเวียนให้ได้ผลผลิตทุกวัน การเพาะแบบไม่ต่อเนื่องจะได้ปริมาณไรแดงที่แน่นอนและมีจำนวนมาก ไม่ต้องคำนึงถึงศัตรูของไรแดงมากนัก เพราะเป็นการเพาะในช่วงสั้นๆ

อาหารของไรแดงได้แก่ โปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อย (Pennak, 1978) จากการทดลองเลี้ยงไรแดงพบว่า ไรแดงไม่เลือกชนิดอาหาร โดยมันจะกรองสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทุกอย่างเข้าปาก

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไรแดงนั้น สํารวย เสร็จกิจ (2531 ข) กล่าวว่า การที่จะผลิตไรแดงให้ได้ผลผลิตมากต้องขึ้นอยู่กับการให้อาหารที่เหมาะสมในปริมาณมากพอ และการควบคุมสภาวะแวดล้อมในบ่อผลิตให้เหมาะสม

การเพาะเลี้ยงไรแดงมีหลายวิธี แต่วิธีที่ได้ผล คือ วิธีที่ใช้คลอเรลล่าเป็นอาหารของไรแดง (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ, 2531)

โดยทั่วไปวิธีการเพาะเลี้ยงคลอเรลล่าเพื่อเป็นอาหารแก่ไรแดง จะใช้ปุ๋ยอนินทรีย์และกากเหลือจากโรงงานเป็นหลัก โดยเฉพาะอามิ – อามิ ซึ่งเป็นกากเหลือจากโรงงานผลิตผงชูรสอายุในะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) พบว่า กากผงชูรสกระตุ้นให้คลอเรลล่าขยายพันธุ์เป็นจำนวนมาก ทำให้ได้ผลผลิตไรแดงมากขึ้น

สํารวย เสร็จกิจ (2531 ข) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตของไรแดงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 50 ตารางเมตร โดยให้อาหารผสม ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด ปลาป่น กากถั่วลิสง หรือกากถั่วเหลือง ร่วมกับปุ๋ยผสม สูตรเสมอ (15 – 15 – 15) และปุ๋ยไนโตรเจน (45 – 0 – 0) ในปริมาณรวม 4,200 กรัม และ 4,170 กรัม สามารถให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน ถึง 4.1 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน เป็นระยะเวลา 22 และ 16 วันตามลำดับ โดยใช้วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 50% ในวันที่ 7 หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตครั้งแรกและทุกๆ 4 วัน หลังจากนั้นจึงถ่ายน้ำทุก 7 วัน และควบคุมสภาวะสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม ผลผลิตโดยเฉลี่ย คือ 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน

### การศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไรแดง

คุณสมบัติของน้ำมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตของไรแดงมาก ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำ

เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตและการแพร่ขยายพันธุ์ของไรแดง (นันทพันธ์ ชินาจิตร , 2507) ในการสืบพันธุ์แบบ parthenogenesis ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมเท่านั้น คือ มีอุณหภูมิระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส บ่อที่สามารถผลิตไรแดงได้นั้นจะต้องมีอุณหภูมิประมาณ 25 – 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 8.5 – 9.5 และ ปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.0 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดความโปร่งใสได้ 15 – 20 เซนติเมตร

น้ำที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่นเป็นส่วนมากจะมีสีเหลืองปนน้ำตาลคล้ายสีของน้ำต้มฟาง หรือน้ำชาแก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าน้อยมาก 0.5 – 4.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.2 – 7.8 ฟอสฟอรัส 3 – 8 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 1 – 29 มิลลิกรัมต่อลิตร ซิลิกา 8 – 19 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคลเซียม 70 – 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ , 2524) การเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยสูตรอาหาร สปช. มีค่าคุณสมบัติของน้ำดังนี้ อุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส และ 30 – 35 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.89 – 8.2 และ 7.99 – 8.16 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 0.71 – 3.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.82 – 1.93 มิลลิกรัมต่อลิตร คาร์บอนไดออกไซด์ 17.27 – 37.69 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 14.82 – 39.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 0.1937 – 0.3704 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.0873 – 0.2237 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.1146 – 0.3006 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.0634 – 0.3704 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่าบ่อที่มีไรแดงมากจะมีฟอสฟอรัสต่ำ และมีแอมโมเนียสูงกว่าบ่อที่มีไรแดงน้อย จึงเชื่อว่าบ่อที่มีไรแดงมากจะมีแพลงก์ตอนพืชมาก ซึ่งเป็นตัวดูดซับฟอสฟอรัสไว้ (วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และ วิมล จันทร์โรทัย , 2526)

#### เทคนิคที่ควรทราบ (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ , 2531)

1. การเตรียมน้ำลงในบ่อเพาะไรแดง ควรกรองน้ำด้วยผ้ากรองทุกครั้ง เพื่อป้องกันสิ่งที่มีชีวิตเล็กๆ หรือศัตรูไรแดงในแหล่งน้ำที่อาจจะเข้ามาพร้อมกับน้ำที่ใช้
2. น้ำเขียวที่จะนำลงบ่อเพาะไรแดง ควรกรองด้วยถุงกรองแพลงก์ตอน เพื่อป้องกันสิ่งที่มีชีวิตเล็กๆ ติดมากับน้ำเขียว
3. แพลงก์ตอนสัตว์และพืชที่อยู่ในน้ำจัดขบน้ำที่มีความเป็นด่างเล็กน้อย คือ ประมาณ 7.5 – 8.5 ฉะนั้น น้ำที่นำมาเลี้ยงเป็นกรดหรือเป็นกลางควรปรับให้เป็นด่าง
4. การเพาะไรแดงโดยใช้ปุ๋ยมูลสัตว์หรืออาหารเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ผลผลิตไรแดงสูง อีกทั้งการเติมสารอาหารพวกอินทรีย์สารจะทำให้เกิดการเน่า น้ำเสียได้ง่าย และผลผลิตไรแดงจะไม่แน่นอน การเตรียมอาหารที่เหมาะสมและมีการเพาะน้ำเขียวนอกจากจะเป็นอาหารไรแดงแล้วยังช่วยรักษาระบบนิเวศวิทยาในการอยู่ร่วมกันของไรแดงทำให้เกิดผลผลิตไรแดงสูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเพาะไรแดง ปัจจัยที่คำนึงถึงปัจจัยแรก คือ อาหาร (น้ำเขียว) ซึ่งนับว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมต่อการใช้เลี้ยงไรแดง คงสภาพอยู่ได้นาน ไม่เน่าเสีย เจริญเติบโตได้รวดเร็วด้วยปุ๋ยชนิดต่างๆ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยอนินทรีย์จะทำให้น้ำเขียวมีการเจริญเติบโตได้ดีและคงสภาพอยู่ได้นาน

6. การเพิ่มระดับน้ำอาหารผสมและปุ๋ยก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของไรแดง เนื่องจากการเพิ่มน้ำและปุ๋ยจะเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำเขียวให้มากขึ้น ก็จะทำให้ไรแดงมีผลผลิตสูงขึ้น แต่การเพิ่มระดับน้ำสูงเกินไปจะทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงของน้ำเขียวไม่ดีพอ และไรแดงขาดออกซิเจน จึงควรวางระบบท่อลมให้เพียงพอหรืออาจจะใช้เครื่องปั่นน้ำก็ได้

7. การใช้ออกซิเจน โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการสร้างพลังงาน ฉะนั้นในการเพิ่มออกซิเจนโดยใช้ปั๊มลมลงในบ่อเพาะไรแดง นอกจากจะช่วยให้ไรแดงมีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้นแล้ว ยังทำให้แบคทีเรียที่อยู่ในบ่อทำการย่อยอินทรีย์สารได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยให้น้ำเขียวมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยป้องกันการตกตะกอนของน้ำเขียวได้ ดังนั้นในการเพิ่มออกซิเจนลงในบ่อเพาะเลี้ยงไรแดงก็จะมีผลให้ไรแดงมีผลผลิตสูงขึ้น

8. การหมุนเวียนน้ำ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพาะน้ำเขียวและไรแดงโดยตรง โดยจะช่วยให้ปริมาณออกซิเจน และยังช่วยไม่ให้น้ำเขียวตกตะกอนเกิดการสูญเสียเปล่า นอกจากนี้ยังช่วยให้ปุ๋ยที่ตกตะกอนทับถมกันอยู่กระจายฟุ้งขึ้นมา เพื่อประโยชน์โดยตรงต่อน้ำเขียวซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตของไรแดงสูงขึ้น

9. แสงแดด นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด และควบคุมได้ยากมากที่สุด แสงแดดจะมีผลต่อปริมาณความหนาแน่นของน้ำเขียว และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะไรแดงโดยตรง ในการเพาะไรแดงถ้าทำการเพาะในช่วงที่มีแดดจัด จะทำให้ผลผลิตของไรแดงสูงขึ้น และใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการเพาะในช่วงที่มีแดดไม่จัดหรือไม่มีแสงแดด

10. อุณหภูมิ จะเป็นปัจจัยธรรมชาติอีกปัจจัยหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ยาก จะมีผลต่อผลผลิตของไรแดง โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิต่ำก็จะทำให้ผลผลิตของไรแดง และเมื่ออุณหภูมิสูงถึงจุดที่เหมาะสม ก็จะทำให้ผลผลิตของไรแดงสูงขึ้น ระยะเวลาในการเพาะไรแดงก็จะเร็วขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้การเพาะไรแดงใช้เวลาอันน้อยลงแต่ได้ผลผลิตสูงขึ้น

11. ศัตรูของไรแดง เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะเป็นตัวกำหนดปริมาณของไรแดงในบ่อ โรติเฟอร์นับว่าเป็นศัตรูชนิดหนึ่งของไรแดง เพราะว่ารโรติเฟอร์เป็นตัวแย่งกินอาหารของไรแดง และจะเข้าเกาะตามตัวของไรแดง จึงควรระมัดระวังทุกขั้นตอนในการป้องกันโรติเฟอร์

## ปัญหาต่างๆ ในการผลิตไรแดง

1. สภาพภูมิอากาศ ในช่วงฤดูฝนหรือฤดูหนาว ไรแดงจะให้ผลผลิตน้อย เพราะแสงแดดไม่เพียงพอ อุณหภูมิของน้ำต่ำ ทำให้ปุ๋ยและอาหารต่างๆ สลายตัวช้า ขบวนการสังเคราะห์แสงเป็นไปได้ไม่เต็มที่ คลอโรลล่าจึงเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนน้อย ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนวันที่น้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มจะนานหลายวัน แสงแดดมีผลต่อปริมาณความหนาแน่นของคลอโรลล่าโดยตรง ถ้าเพาะเลี้ยงในช่วงแดดจัดจะทำให้ผลผลิตไรแดงสูงขึ้น ในฤดูหนาวไรแดงจะมีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการสร้างไรแดงเพศผู้และเพศเมียทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะไรแดงนานขึ้น (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ , 2531)

2. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยถ้าความเป็นกรดเป็นด่างในบ่อเลี้ยงไรแดงไม่เหมาะสม ทำให้ไรแดงได้ผลผลิตต่ำ ในการเพาะเลี้ยงไรแดงจะพบปัญหาความเป็นกรดเป็นด่างใน 2 กรณี คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 และความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 10 กรณีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 ควรถ่ายน้ำออกบ่อยๆ และเติมน้ำใหม่ลงไป ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำมากๆ ก็ใช้ปูนขาวละลายน้ำใส่บ่อ โดยใช้ปูนขาว 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 10 ให้ใช้สารส้มละลายน้ำใส่บ่อ หรืออาจใช้ปุ๋ยคอกประเภทมูลไก่ใส่ในบ่อ (สำรวย เสรีจกิจ , 2531 ก)

3. การลำเลียงและการขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดง ไรแดงเป็นสัตว์ขนาดเล็ก และมีความบอบบางมาก การลำเลียงขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงไปยังที่ต่างๆ นั้น ทำให้ไรแดงได้รับความกระทบกระเทือนและส่งผลให้อัตราการขยายพันธุ์เมื่อนำไปเพาะเลี้ยงนั้นต่ำลง ยิ่งถ้าต้องขนส่งไรแดงเป็นระยะทางไกลๆ จะทำให้อัตราการรอดของไรแดงไม่ถึง 50% การขนส่งพ่อแม่พันธุ์ไรแดงนิยมใช้ถุงพลาสติกอัดออกซิเจนและแช่ในตู้แช่อุณหภูมิต่ำๆ หรือใช้ยานพาหนะปรับอากาศในการขนส่ง ควรใช้เวลาในการขนส่งให้สั้นที่สุดและกระทบกระเทือนน้อยที่สุด เพื่อให้ไรแดงมีอัตราการรอดสูง ในการนำไปเพาะขยายพันธุ์ (สำรวย เสรีจกิจ , 2531 ก)

4. การเก็บรักษาไรแดง ในปัจจุบันมีการเก็บรักษาไรแดง 2 วิธี คือ การแช่แข็ง ซึ่งสามารถเก็บได้นาน และยังคงอยู่เสมอ แต่ไรแดงที่ได้เป็นไรแดงที่ตายแล้ว ลูกสัตว์น้ำชอบกินไรแดงที่มีชีวิตมากกว่า และการให้ไรแดงแช่แข็งจะต้องระวังเรื่องคุณภาพน้ำด้วย เพราะไรแดงที่ลูกสัตว์น้ำกินไม่หมดจะเน่าเสียอย่างรวดเร็ว อีกวิธีหนึ่งคือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำๆ ซึ่งจะได้ไรแดงที่มีชีวิตอยู่แต่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บเพราะจะต้องเติมน้ำลงไปเท่าตัวและเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10 องศาเซลเซียส ไรแดงจะมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 4 วัน (สำรวย เสรีจกิจ , 2531 ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ถังกรองน้ำ
2. หัวเชื้อคลอเรลล่า
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. เครื่อง autoclave
5. กระชอนช้อนโรแดง
6. อุปกรณ์นับแสงกัตอน
7. ที่วางหลอดทดลอง 2 อัน
8. เพลทขนาดเล็กจำนวน 10 คู่
9. เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
10. บั้มลมพร้อมสายยางและหัวทราย
11. กล้องจุลทรรศน์
12. ขวดน้ำพลาสติก จำนวน 84 ขวด
13. โหลแก้วขนาด 10 ลิตร จำนวน 6 ใบ
14. บีกเกอร์ขนาด 250 มล. จำนวน 5 ใบ
15. ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร จำนวน 6 ขวด
16. หลอดทดลองขนาด 10 มล. จำนวน 70 หลอด

### วิธีการ

#### แผนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน

1.1 การทดลองเรื่องคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสร้างชีพักของไรแดงโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ซ้ำ พบว่ามีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการสร้างชีพักของไรแดงอยู่ในช่วง 6.60-8.12

1.2 ทำการทดลองเรื่องระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่มีผลต่อการสร้างชีพักของไรแดงโดยแบ่งเป็นแต่ละระดับความเป็นกรดเป็นด่างใช้ผลจากการทดลองที่ 1.1 เป็นเกณฑ์ ในการทดลอง ดังนี้

ทริทเมนต์ที่ 1 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.50

ทริทเมนต์ที่ 2 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.75

ทริทเมนต์ที่ 3 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.00

ทริทเมนต์ที่ 4 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรีทเมนต์ที่ 5 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.50

พรีทเมนต์ที่ 6 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.75

พรีทเมนต์ที่ 7 ชุดควบคุม (ปล่อยตามธรรมชาติ)

โดยแบ่งเป็นชุดที่มีการปรับค่า pH ทุกวันกับปรับค่า pH เพียงวันแรก หลังจากนั้นทำการเก็บ  
ไขพักของไรแดง

### วิธีการทดลอง

ในการเตรียมการทดลองเรื่องคุณภาพน้ำในการสร้างไขพักของไรแดง แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อคลอเรลล่า

1. เตรียมขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร ทำความสะอาดและตากทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ต้มน้ำให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อ (ปล่อยให้เย็น)
3. กรองน้ำด้วยถุงกรองน้ำ
4. เติมน้ำพร้อมปุ๋ยในแต่ละขวด 900 มิลลิลิตร
5. เติมหิวเชื้อคลอเรลล่าเข้มข้น 50 มิลลิลิตรลงในขวด
6. นำน้ำปุ๋ย 10 มิลลิเมตร นำไปใส่ลงในน้ำที่ต้มไว้ให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ใช้เลี้ยงคลอเรลล่า
7. ต่อมัลม แล้วนำไปวางบนชั้นเลี้ยงแพลงก์ตอน ให้แสงตลอดเวลา
8. รวบน้ำในขวดมีสีเขียวเข้ม (ระยะ log phase ของการเจริญเติบโต)
9. นำหัวเชื้อคลอเรลล่าไปขยายต่อในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร โดยใส่น้ำปุ๋ยที่ได้เตรียมไว้ข้างต้น รวจนคลอเรลล่าเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ log phase (น้ำในโหลมีสีเขียว) จึงเริ่มใช้ทดลอง

สูตรปุ๋ยที่ใช้เลี้ยงคลอเรลล่า โดยใช้น้ำ stock 1,000 มิลลิลิตร มีสารเคมีดังนี้

$\text{KNO}_3$	12	กรัม
$\text{KHPO}_4$	12.5	กรัม
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10	กรัม
$\text{CaCl}_2$	0.84	กรัม
$\text{H}_3\text{BO}_4$	1.14	กรัม
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.88	กรัม
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.14	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MoO <sub>3</sub>	0.07	กรัม
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.16	กรัม
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.05	กรัม
EDTA	5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

### ขั้นตอนการทดลอง

1. นำโหลที่มีคอลลอยด์ 300 มิลลิลิตร ไปวางบริเวณที่ได้รับแสงตลอดเวลา
2. นำไรแดงน้ำหนัก 1 กรัม ไปใส่ในโหล
3. วิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังจากใส่ไรแดง โดยวิเคราะห์ทุกวันจนกระทั่งไรแดงหยุดสร้างไข่ การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์จะทำการเก็บในช่วงเช้า ทำการวัดค่าออกซิเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง และ อุณหภูมิ คุณสมบัติของน้ำแต่ละตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ซึ่งทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำตามพารามิเตอร์ต่อไปนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่างใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง pH meter HANNA HI8424
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ใช้เครื่องวัด (DO meter) รุ่น YSI 52
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ MILTONROY SPECTRONIC 20D
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ MILTONROY SPECTRONIC 20D
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ MILTONROY SPECTRONIC 20D
- ปริมาณ Soluble reactive phosphorus ใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ MILTONROY SPECTRONIC 20D

การทดลองเรื่องความเป็นกรดเป็นด่างที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดง

1. นำคอลลอยด์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาใส่ขวดพลาสติก โดยแบ่งเป็นแต่ละความเป็นกรดเป็นด่างเป็น 7 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่างที่ 6.50, 6.75, 7.00, 7.25, 7.50, 7.75, ชุดควบคุม โดยใส่คอลลอยด์ให้ได้ปริมาตร 300 มิลลิลิตร
2. ใส่ไรแดงประมาณ 1 กรัม ลงในขวดพลาสติก
3. ตรวจสอบการสร้างไข่พักของไรแดงทุกวัน เมื่อตรวจพบไข่พักก็ทำการเก็บออก

### การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกค่าคุณสมบัติของน้ำในแต่ละหน่วยทดลอง
2. ปริมาณไซ้ฟักที่สร้างขึ้น (เปอร์เซ็นต์)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลคุณภาพน้ำจากการทดลองมาหาปริมาณความเข้มข้น โดยแทนค่าจากสมการมาตรฐาน ดังนี้

ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน

$$y = 2.5457x - 0.0534$$

ปริมาณไนโตรท์ – ไนโตรเจน

$$y = 3.872x + 0.0182$$

ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจน

$$y = 2.5457x - 0.0267$$

ปริมาณ Soluble reactive phosphorus

$$y = 0.6749x + 0.0016$$

นำข้อมูลการสร้างไซ้ฟักมาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ระหว่างชุดทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Excell 97)

### สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2544 ถึงเดือนพฤษภาคม 2545

### ผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสร้างไขฟักของไรแดง พบว่าคุณภาพน้ำที่ไรแดงสร้างไขฟักในการทดลองที่ 1.1 ชุดที่ได้รับแสงฟลูออเรสเซนต์มีค่าต่างๆดังนี้ มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.73 - 9.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.39 - 9.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.14 - 20.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Soluble reactive phosphorus อยู่ในช่วง 19.12 - 25.54 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.10 - 4.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าอัลคาไลต์อยู่ในช่วง 93 - 136 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.60 - 8.12 ชุดที่ได้รับแสงธรรมชาติมีค่าต่างๆดังนี้ มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.85 - 9.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.38 - 9.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.15 - 20.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Soluble reactive phosphorus อยู่ในช่วง 18.03 - 26.13 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.13 - 4.07 ค่าอัลคาไลต์อยู่ในช่วง 89 - 140 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.76 - 8.11

ในการทดลองผลของความเป็นด่างที่มีต่อการสร้างไขฟักของไรแดง โดยแบ่งการทดลองออกเป็นสองชุด คือ ชุดที่มีการปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันและชุดที่มีการปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรกซึ่งชุดละมี 7 หน่วยทดลองดังนี้

T1 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.50

T2 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.75

T3 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.00

T4 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.25

T5 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.50

T6 = ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.75

T7 = ชุดควบคุม

### คุณภาพน้ำชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันมีผลดังนี้

#### ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจนเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.58-9.69 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 1) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณแอมโมเนียที่สูงขึ้นมาจากการสะสมของของเสียที่ขับถ่ายออกมาจากตัวไรแดงและยังมีสาเหตุมาจากไรแดงที่ตายอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนเจลีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
$5.48 \pm 3.62^a$	$5.56 \pm 3.26^a$	$5.49 \pm 3.57^a$	$5.43 \pm 3.44^a$	$5.71 \pm 3.23^a$
T6	T7			
$5.83 \pm 3.18^a$	$5.52 \pm 3.38^a$			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ปริมาณไนโตรท์ – ไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรท์ – ไนโตรเจนเจลีย์ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.035-2.014 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 2) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติพบว่าไนโตรท์ที่มีปริมาณไม่สูงเนื่องจาก ไนโตรท์จะเป็นสารตัวกลางในปฏิกิริยาซึ่งจะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท และไนโตรท์ก็สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นไนโตรเจนแก๊สได้ดีกว่า (ภาพที่ 5)

ตารางที่ 2 ปริมาณไนโตรท์ – ไนโตรเจนเจลีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
$0.42 \pm 0.36^a$	$0.46 \pm 0.26^a$	$0.49 \pm 0.37^a$	$0.53 \pm 0.44^a$	$0.51 \pm 0.43^a$
T6	T7			
$0.53 \pm 0.48^a$	$0.52 \pm 0.38^a$			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

## ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจน

ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจนเฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.06 –18.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 3) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระดับไนเตรทที่สูงมาจากแอมโมเนียส่วนเกิน ที่ถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียกลายเป็นสารประกอบพวกไนเตรท ทำให้ไนเตรทมีค่าสูงขึ้น (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 3 ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
5.42 ± 4.31 <sup>a</sup>	5.49 ± 4.42 <sup>a</sup>	5.59 ± 4.37 <sup>a</sup>	5.56 ± 4.64 <sup>a</sup>	5.71 ± 4.63 <sup>a</sup>
T6	T7			
5.63 ± 4.48 <sup>a</sup>	5.62 ± 4.41 <sup>a</sup>			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

## ค่า Soluble reactive phosphorus

ค่า Soluble reactive phosphorus เฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 18.38 –32.85 (ตารางผนวกที่ 4) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณ Soluble reactive phosphorus ที่สูงมาจากแพลงก์ตอนพืชและไรแดงที่ตายลงไป ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในร่างกายก็ถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้ ฟอสฟอรัสเป็นอาหารของพืชโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อคลอโรลล่าถูกกินจนหมดฟอสฟอรัสและ Soluble reactive phosphorus จึงไม่ถูกใช้ไปทำให้สะสมอยู่ในการทดลอง (ภาพที่ 7)

ตารางที่ 4 ค่า Soluble reactive phosphorus เจลลี่ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
$22.23 \pm 2.31^a$	$22.26 \pm 2.42^a$	$21.74 \pm 2.27^a$	$23.12 \pm 2.34^a$	$23.57 \pm 3.16^a$
T6	T7			
$22.18 \pm 2.43^a$	$23.71 \pm 3.45^a$			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเจลลี่ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.14 – 4.11 (ตารางผนวกที่ 5) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงเนื่องจากการใช้ของแพลงก์ตอนพืชและไรแดง (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเจลลี่ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
$1.82 \pm 1.76^a$	$1.87 \pm 1.83^a$	$1.85 \pm 1.91^a$	$1.89 \pm 1.88^a$	$1.87 \pm 1.86^a$
T6	T7			
$1.93 \pm 1.73^a$	$1.86 \pm 1.85^a$			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ปริมาณอัลคาไลด์

ปริมาณอัลคาไลด์ที่ละลายในน้ำเจลลี่ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 84 – 181 (ตารางผนวกที่ 6) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติทุกหน่วยทดลอง ปริมาณอัลคาไลด์ที่สูงเกิดจากความเป็นกรดเป็นด่างที่สูง ในสภาพปกติอัลคาไลด์ของแหล่งน้ำอยู่ในรูปของไบ

คาร์บอน แต่ในสภาพที่ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงอัลคาไลด์จะประกอบด้วยคาร์บอน จึงทำให้อัลคาไลด์มีค่าสูงขึ้น (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 6 ปริมาณอัลคาไลด์เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลอง

T1	T2	T3	T4	T5
105 ± 22 <sup>a</sup>	109 ± 18 <sup>b</sup>	116 ± 12 <sup>c</sup>	135 ± 19 <sup>d</sup>	142 ± 28 <sup>e</sup>
T6	T7			
161 ± 34 <sup>f</sup>	131 ± 23 <sup>g</sup>			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรกมีค่าคุณภาพน้ำดังนี้

#### ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจนตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.66 – 9.51 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 7) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้นมาจากการสะสมของของเสียที่ขับออกมาจากตัวไรแดงและยังมีสาเหตุมาจากการที่ไรแดงตายอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 7 ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
5.25 ± 4.61 <sup>a</sup>	5.31 ± 4.56 <sup>a</sup>	5.36 ± 4.58 <sup>a</sup>	5.23 ± 4.51 <sup>a</sup>	5.19 ± 4.49 <sup>a</sup>
T6	T7			
5.34 ± 4.52 <sup>a</sup>	5.42 ± 4.63 <sup>a</sup>			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณไนโตรเจน – ไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจน – ไนโตรเจนตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 – 2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 8) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไนโตรเจนที่มีปริมาณไม่สูงเนื่องจาก ไนโตรเจนจะเป็นสารตัวกลางในปฏิกิริยาซึ่งจะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท และไนโตรเจนก็สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นไนโตรเจนแก๊สได้ดีกว่า (ภาพที่ 11)

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจน – ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
$0.48 \pm 0.41^a$	$0.75 \pm 0.66^a$	$0.76 \pm 0.58^a$	$0.68 \pm 0.61^a$	$0.82 \pm 0.67^a$
T6	T7			
$1.06 \pm 0.73^a$	$0.64 \pm 0.56^a$			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจน

ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจนตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.22 – 18.79 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 9) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระดับไนเตรทที่สูงมาจากแอมโมเนียส่วนเกิน ที่ถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียกลายเป็นสารประกอบพวกไนเตรท (ภาพที่ 12)

ตารางที่ 9 ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
$8.62 \pm 6.60^a$	$8.74 \pm 6.48^a$	$8.47 \pm 6.58^a$	$7.84 \pm 6.13^a$	$7.27 \pm 6.69^a$
T6	T7			
$7.35 \pm 6.98^a$	$8.26 \pm 6.78^a$			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ค่า Soluble reactive phosphorus

ค่า Soluble reactive phosphorus ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 19.22 - 28.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 10) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณ Soluble reactive phosphorus ที่สูงมาจากแหล่งก้นบึ้งและไรแดงที่ตายลงไป ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในร่างกายก็ถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่ละลายน้ำได้ ฟอสฟอรัสเป็นอาหารของพืชโดยเฉพาะ แหล่งก้นบึ้งทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อคลอโรลล่าถูกกินจนหมดฟอสฟอรัสและ Soluble reactive phosphorus จึงไม่ถูกใช้ไปทำให้สะสมอยู่ในการทดลอง (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 10 ค่า Soluble reactive phosphorus เฉลี่ย

T1	T2	T3	T4	T5
$22.15 \pm 3.78^a$	$22.21 \pm 3.53^a$	$22.05 \pm 3.16^a$	$23.08 \pm 4.13^a$	$22.87 \pm 4.31^a$
T6	T7			
$23.71 \pm 3.42^a$	$23.94 \pm 3.87^a$			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.10 – 4.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 11) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงเนื่องจากการใช้ของแพลงก์ตอนพืชและไรแดง (ภาพที่ 14)

ตารางที่ 11 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
$1.78 \pm 1.63^a$	$1.75 \pm 1.58^a$	$1.79 \pm 1.49^a$	$1.73 \pm 1.53^a$	$1.76 \pm 1.64^a$
T6	T7			
$1.73 \pm 1.46^a$	$1.76 \pm 1.59^a$			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## ปริมาณอัลคาไลด์

ปริมาณอัลคาไลด์ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 85 – 181 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 12) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติทุกหน่วยทดลอง ปริมาณอัลคาไลด์ที่สูงเกิดจากความเป็นกรดเป็นด่างที่สูง ในสภาพปกติอัลคาไลด์ของแหล่งน้ำอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต แต่ในสภาพที่ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงอัลคาไลด์จะประกอบด้วยคาร์บอเนต จึงทำให้อัลคาไลด์มีค่าสูงขึ้น (ภาพที่ 15)

ตารางที่ 12 ปริมาณอัลคาไลด์ เจลลี่ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
118.2 ± 41.5 <sup>a</sup>	111.7 ± 53.2 <sup>b</sup>	125.6 ± 44.6 <sup>c</sup>	139.3 ± 41.3 <sup>d</sup>	148.8 ± 43.1 <sup>e</sup>
T6	T7			
156.7 ± 45.9 <sup>f</sup>	133.6 ± 42.8 <sup>g</sup>			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 7.13 – 8.10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 13) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติทุกหน่วยทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลงจากวันแรกเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย ความเป็นกรดเป็นด่างสูงคือมีไฮดรอกไซด์สูง เมื่อรวมตัวกับแอมโมเนียได้แอมโมเนียทำให้ไฮดรอกไซด์ลดลง เป็นผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลง (ภาพที่ 16)

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเจลลี่ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

T1	T2	T3	T4	T5
7.53 ± 0.51 <sup>a</sup>	7.48 ± 0.53 <sup>a</sup>	7.51 ± 0.46 <sup>a</sup>	7.57 ± 0.49 <sup>a</sup>	7.60 ± 0.51 <sup>a</sup>
T6	T7			
7.58 ± 0.45 <sup>a</sup>	7.54 ± 0.57 <sup>a</sup>			

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### เปอร์เซ็นต์การสร้างไขพักของไรแดง

เปอร์เซ็นต์การสร้างไขพักของไรแดงเจลลี่ (ตารางผนวกที่ 14) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ในชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันมีหน่วยทดลองที่ 4 ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน่วยทดลองอื่น ๆ ไรแดงสร้างไข่พักมากที่สุดใหน่วยทดลองที่ 4 คือ 13 % และในชุดที่ทำกาปรับความเป็นกรดเป็นด่างเพียงวันแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุหน่วยทดลอง เมื่อเปรียบเทียบชุดทดลองที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันกับชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก พบว่ามี T4 ที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 19)

ตารางที่ 14 เปอร์เซนต์การสร้างไข่พักของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน

T1	T2	T3	T4	T5
27.3±1.2 <sup>a</sup>	29.1±1.3 <sup>a</sup>	28.4±1.3 <sup>a</sup>	40.2±2.5 <sup>b</sup>	32.3±1.7 <sup>a</sup>
T6	T7			
28.2±1.4 <sup>a</sup>	30.3±1.7 <sup>a</sup>			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 15 เปอร์เซนต์การสร้างไข่พักของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

T1	T2	T3	T4	T5
27.1±1.2 <sup>a</sup>	27.4±1.3 <sup>a</sup>	28.2±1.2 <sup>a</sup>	29.7±1.4 <sup>a</sup>	28.1±1.3 <sup>a</sup>
T6	T7			
24.6±1.2 <sup>a</sup>	30.1±1.7 <sup>a</sup>			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

### เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดง

เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ย (ตารางผนวกที่ 16, 17) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกหน่วยทดลอง โดยไข่เริ่มฟักและฟักมากที่สุดในวันที่ 2 จากนั้นเริ่มลดลงมาในวันที่ 3 และวันที่ 4 ไข่ไรแดงหยุดฟักในวันที่ 5 และในการทดลองชุดที่ทำการปรับความเป็นกรดเป็นด่างเพียงวันแรกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกหน่วยทดลอง โดยไข่เริ่มฟักและฟักมากที่สุดในวันที่ 2 จากนั้นเริ่มลดลงมาในวันที่ 3 และวันที่ 4 ไข่ไรแดงหยุดฟักในวันที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบชุดทดลองที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันกับชุดทดลองที่ทำการปรับความเป็นกรดเป็นด่างเพียงวันแรก (ภาพที่ 22) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกหน่วยทดลอง

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน

T1	T2	T3	T4	T5
$48 \pm 3^a$	$45 \pm 2^a$	$45 \pm 2^a$	$48 \pm 4^a$	$48 \pm 3^a$
T6	T7			
$47 \pm 3^a$	$49 \pm 4^a$			

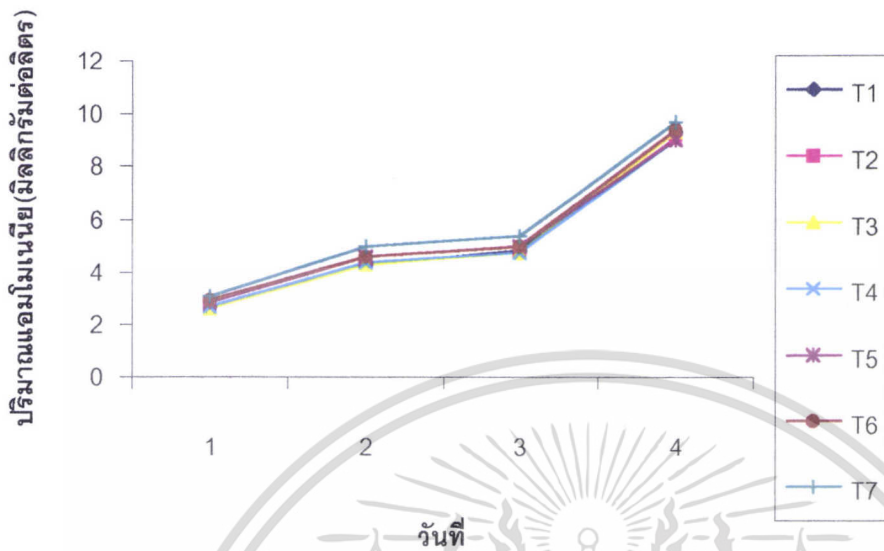
หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 17 เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

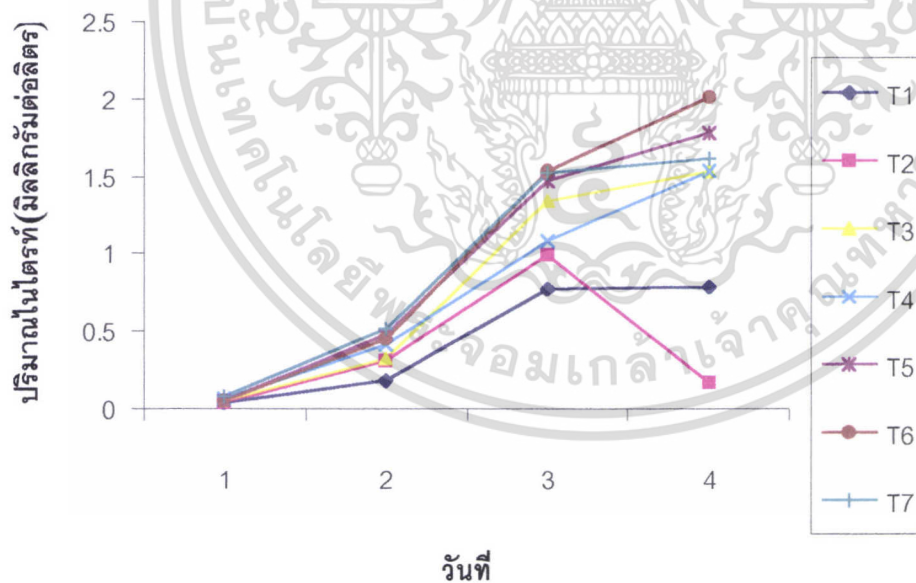
T1	T2	T3	T4	T5
$49 \pm 4^a$	$44 \pm 2^a$	$48 \pm 3^a$	$45 \pm 2^a$	$46 \pm 2^a$
T6	T7			
$44 \pm 2^a$	$49 \pm 4^a$			

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

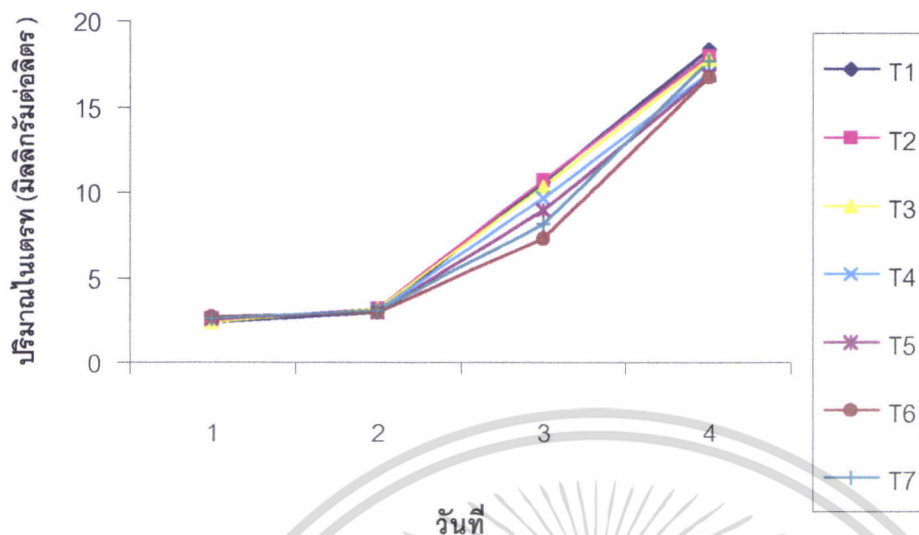


ภาพที่ 4 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) เฉลี่ยระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

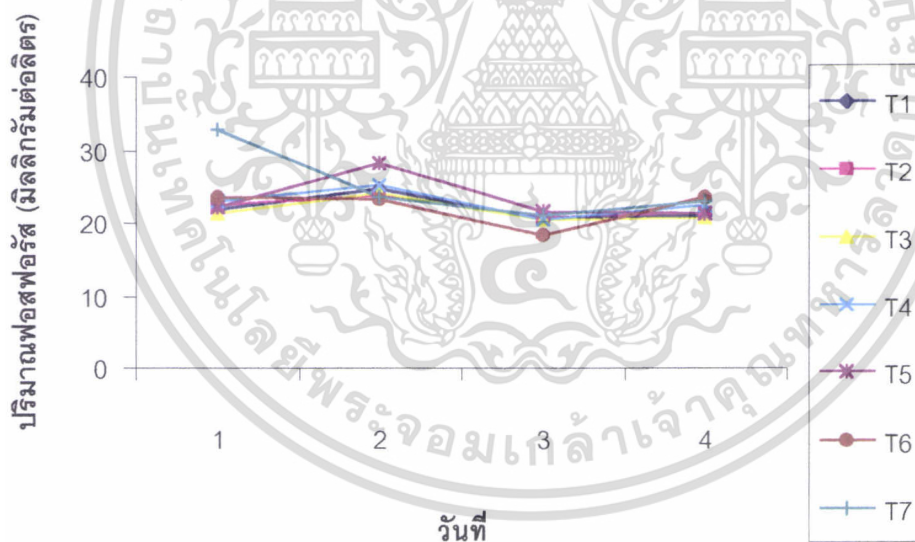


ภาพที่ 5 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนเฉลี่ย ( มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

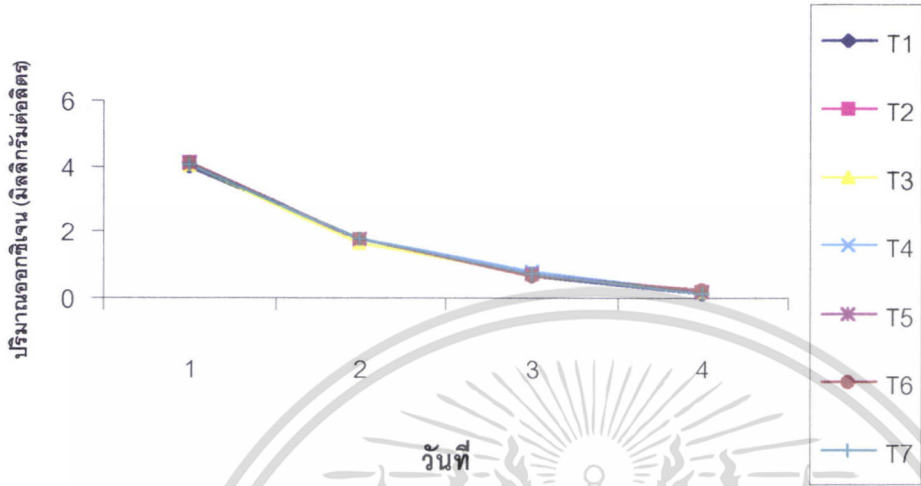


ภาพที่ 6 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย ( มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

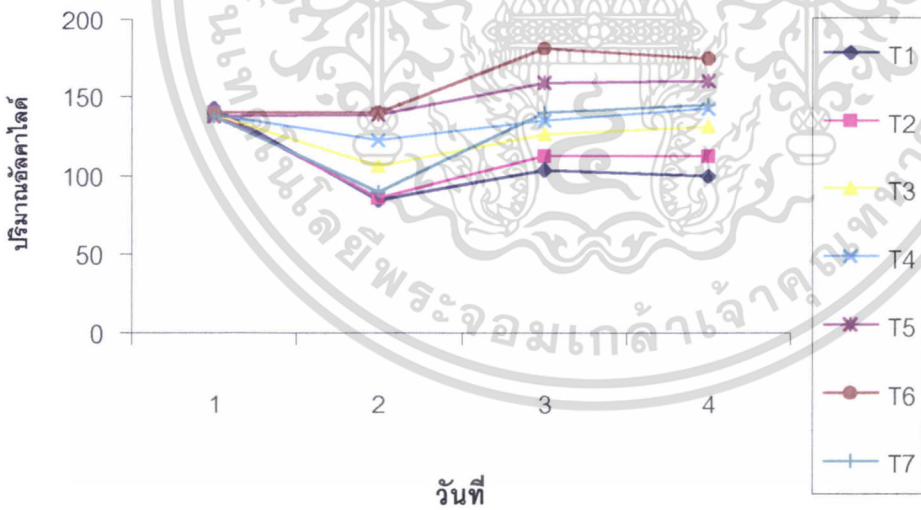


ภาพที่ 7 ปริมาณ Soluble reactive phosphorus เฉลี่ย ( มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

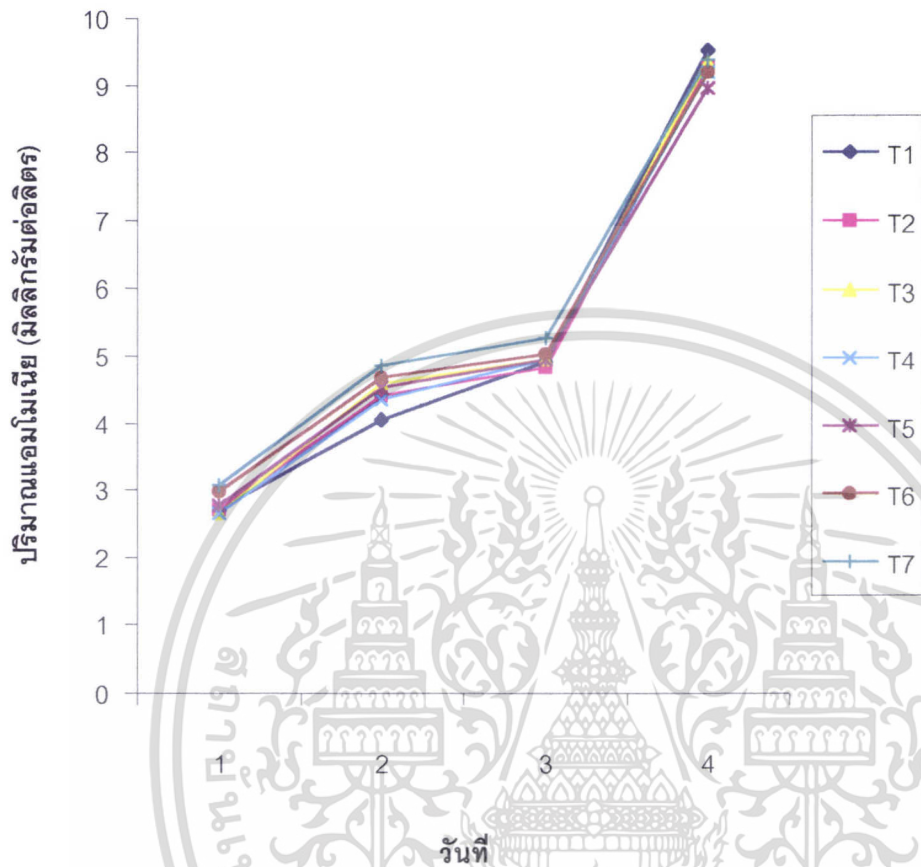


ภาพที่ 8 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง



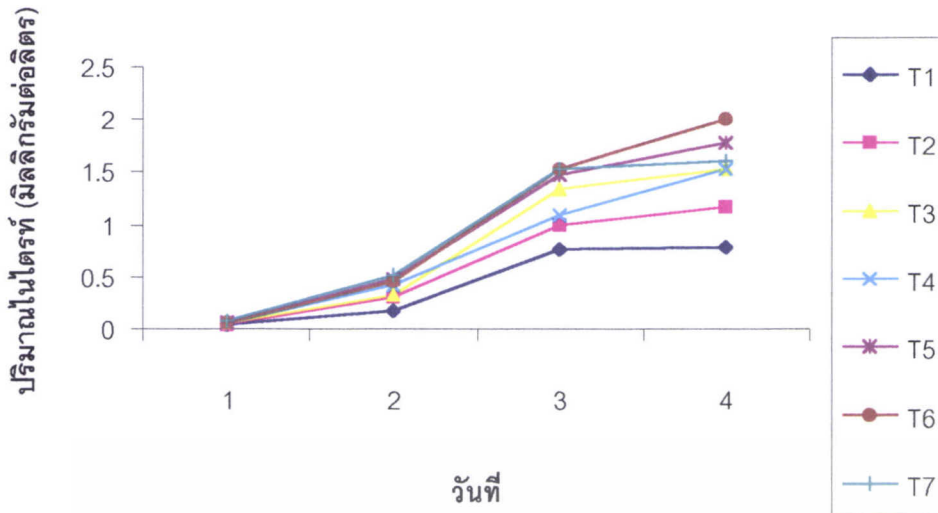
ภาพที่ 9 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

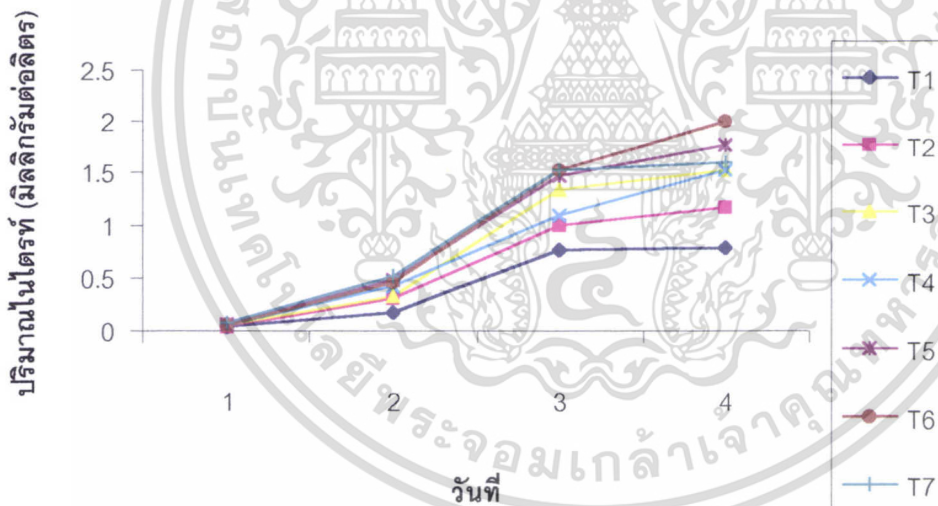


ภาพที่ 10 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) เฉลี่ยระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุม  
ความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

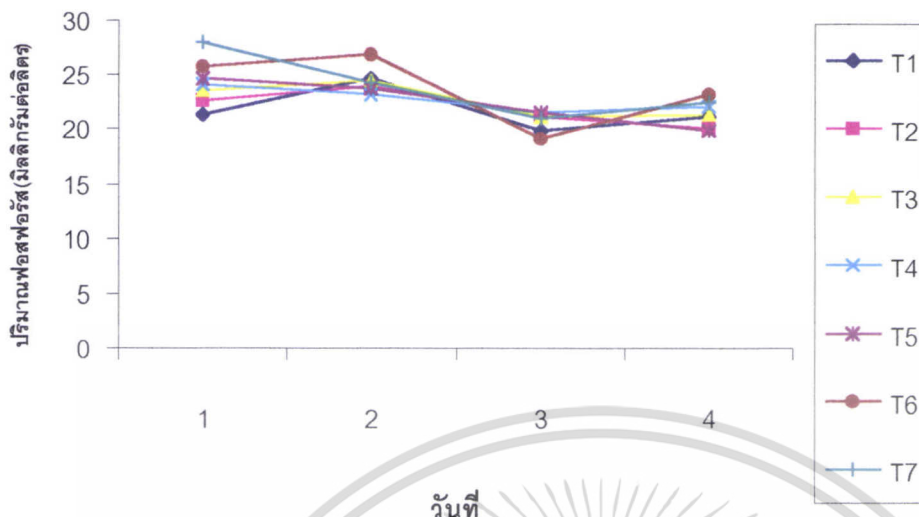


ภาพที่ 11 ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

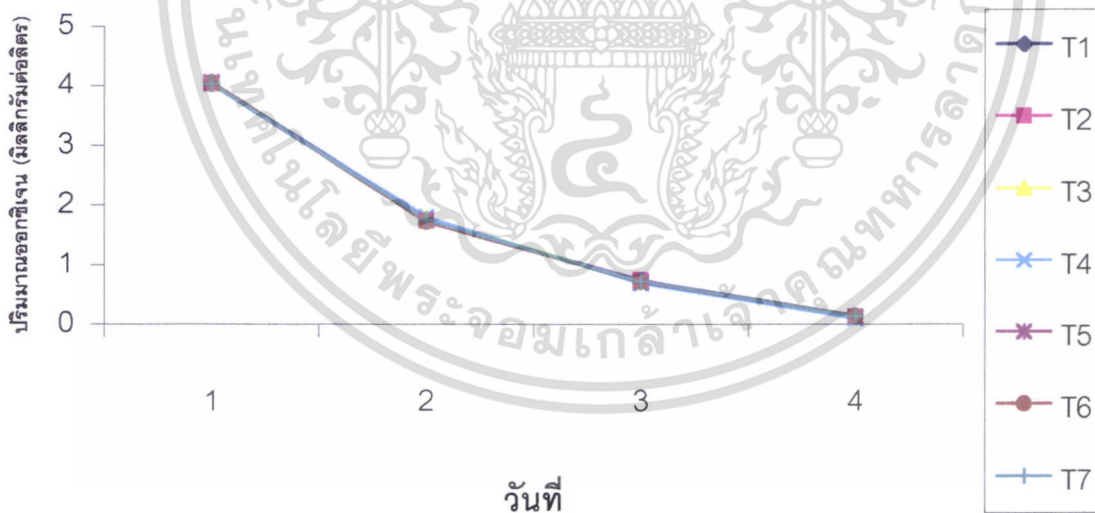


ภาพที่ 12 ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)ระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

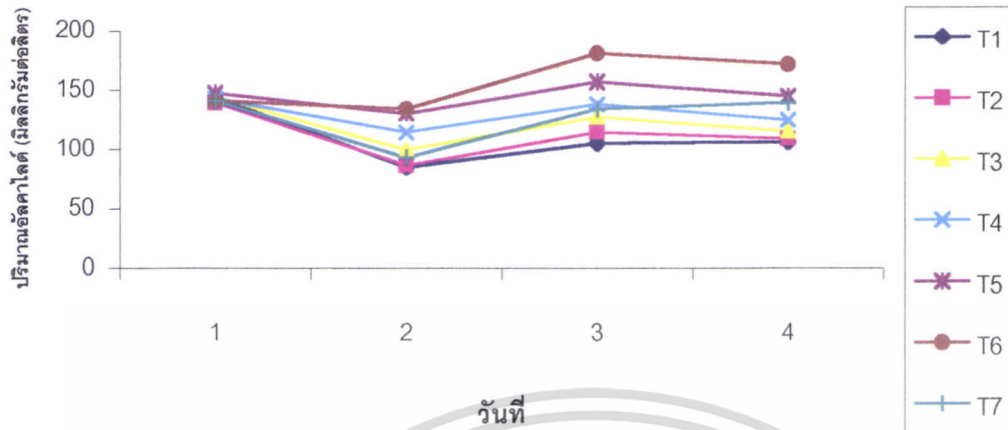


ภาพที่ 13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

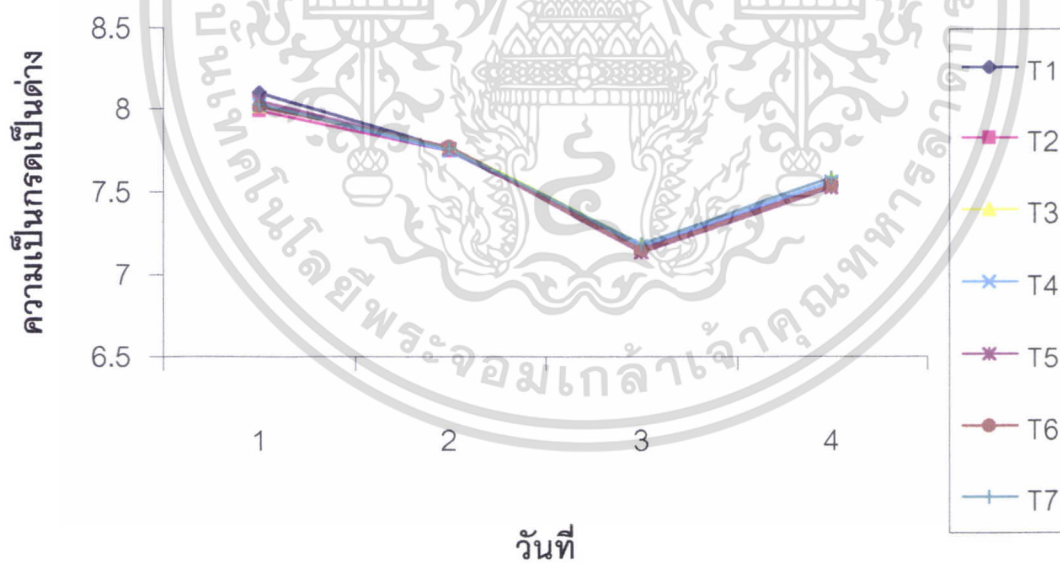


ภาพที่ 14 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย ( มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

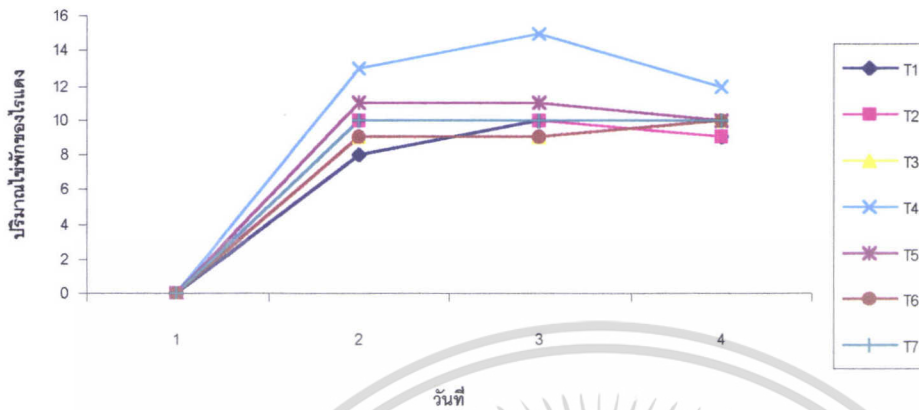


ภาพที่ 15 ปริมาณอัลคาไลด์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุม  
ความเป็นกรดเป็นด่าง

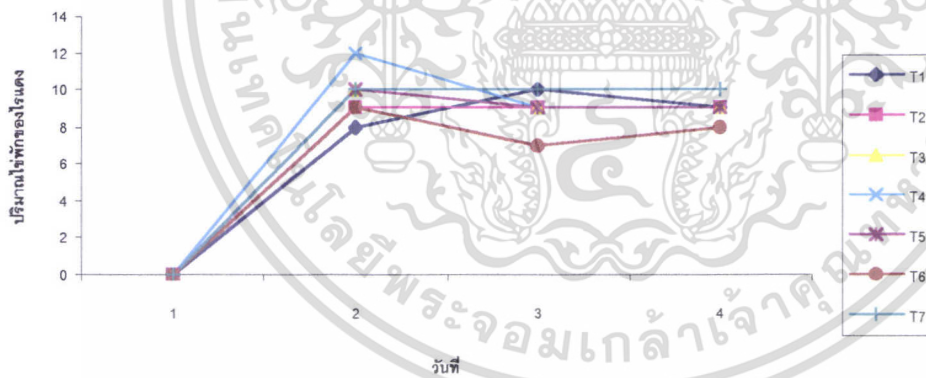


ภาพที่ 16 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลองชุดที่ไม่ได้ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

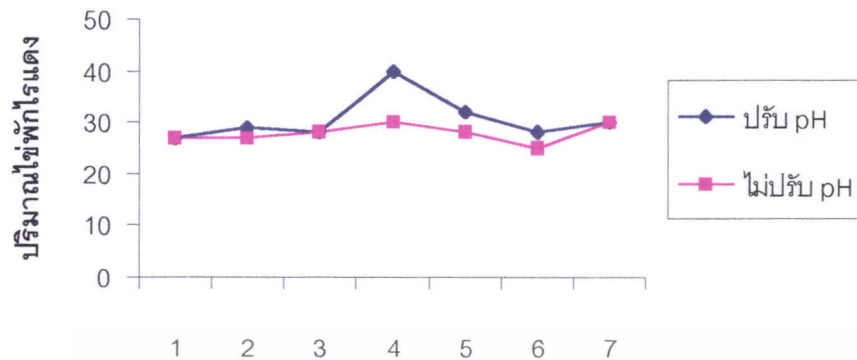


ภาพที่ 17 เปอเซ็นต์การสร้างชีพักเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน

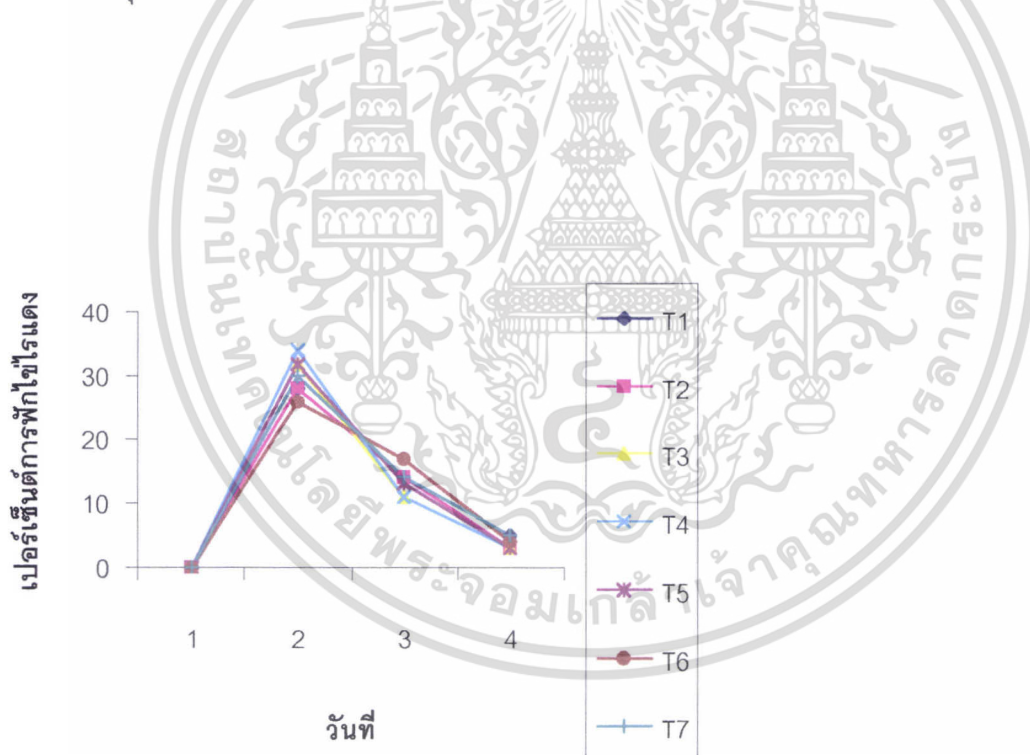


ภาพที่ 18 เปอเซ็นต์การสร้างชีพักเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

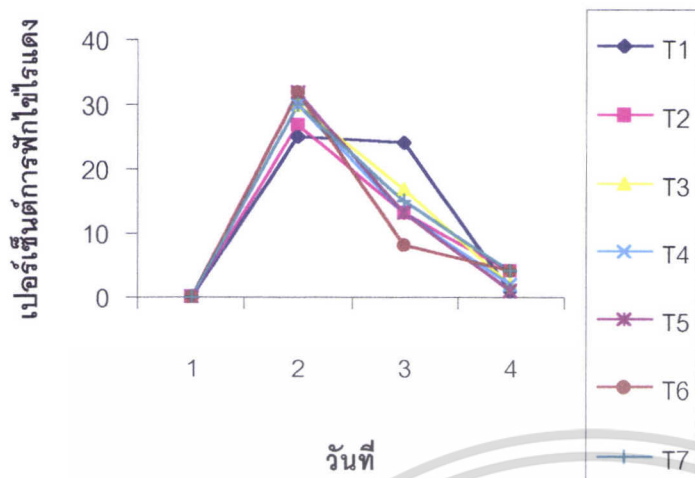


ภาพที่ 19 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสร้างไฟฟักของไรแดงเฉลี่ยชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน กับชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

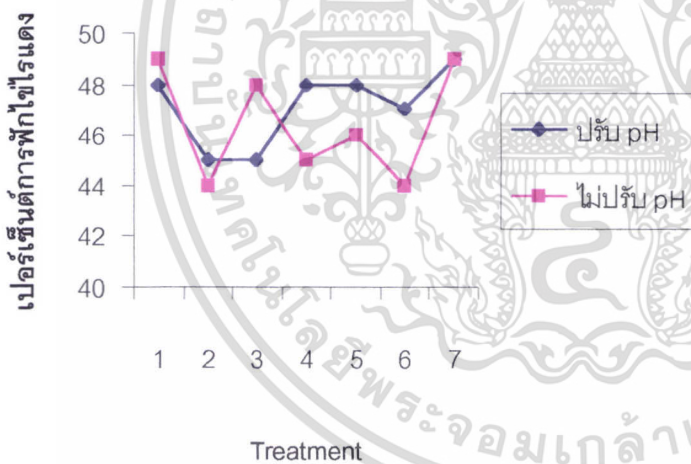


ภาพที่ 20 เปอร์เซนต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ยในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก



ภาพที่ 22 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไรแดงเฉลี่ยชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวันกับชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผล

คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองที่มีผลต่อการสร้างไขฟักของไรแดง พบว่าคุณภาพน้ำที่ไรแดงมีการสร้างไขฟักมีค่าต่าง ๆ ดังนี้ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.58 – 9.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.035 – 1.777 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.40 – 18.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.10 – 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Soluble reactive phosphorus มีค่าอยู่ในช่วง 18.38 – 32.85 ค่าอัลคาไลต์อยู่ในช่วง 84 – 181 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระดับความเป็นกรดเป็นด่างต่อการสร้างไขฟักของไรแดง พบว่าการปรับระดับของความเป็นกรดเป็นด่างมีผลต่อการสร้างไขฟักของไรแดง ปริมาณไขฟักที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม เนื่องจากความเป็นกรดเป็นด่างที่ปรับจะมีผลต่อสภาพแวดล้อมทำให้ไม่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไรแดงจึงปรับสภาพมาสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างไขฟักที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.25 ของชุดที่ทำการปรับทุกวันเหมาะสมต่อการนำมาผลิตไขฟัก เพราะมีการสร้างไขฟักมากที่สุดเฉลี่ย 40 เปอร์เซ็นต์

## เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2538. การเพาะไรแดงโดยใช้รำละเอียดหมัก, เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง 34 น.
- นันทพันธ์ ชินาจิตร. 2507. การเจริญเติบโตและวิธีการสืบพันธุ์แบบ Parthenogenesis ของไรน้ำสกุล *Moina* sp. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 8น.
- พจนภา ลำเลียงผล. 2530. การเจริญเติบโตแบบ logistic ของประชากรไรแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยอินทรีย์ และอนินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. ทวี วิบุตธานุมาศ, วีระ วัชรกรโยธิน และทัศนีย์ สุขสวัสดิ์. 253. การเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 9/2531. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 น.
- ลัดดา วงศ์รัตน์, ประวิทย์ สุรนิรนาท และประจितร วงศ์รัตน์. 2534. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานวิจัย. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 64 น.
- วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และวิมล จันทร์โรทัย. 2526. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 26. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 17 น.
- สันทนา ดวงสวัสดิ์, ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสมเพชร ไชยทอง. 2524. การศึกษาชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน. เอกสารงานนิเวศวิทยา ฉบับที่ 1/2524. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 14 น.
- สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2529. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 3. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. 7 น.
- ลำรวย เสรีกิจ. 2531 ก. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. คู่มือเกษตรกรฉบับที่ 6. กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 14 น.
- ลำรวย เสรีกิจ. 2531 ข. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 72. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, เกษตรกลาง, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. 21 น.
- Pennak, R.W. 1978. Freshwater invertebrate of the United State. John Wiley and Sow, Inc., New York. 769 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ค่าแอมโมเนียระหว่างการทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	2.67	4.25	4.78	9.35
T2	2.71	4.30	4.74	9.13
T3	2.58	4.25	4.77	9.34
T4	2.66	4.32	4.72	9.05
T5	2.79	4.60	4.94	8.99
T6	2.91	4.55	4.94	9.38
T7	3.03	4.94	5.32	9.69

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 2 ค่าไนโตรเจนระหว่างการทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0.038	0.185	0.775	0.787
T2	0.035	0.135	0.992	1.172
T3	0.047	0.318	1.342	1.528
T4	0.058	0.418	1.088	1.528
T5	0.054	0.475	1.463	1.777
T6	0.057	0.450	1.534	2.014
T7	0.078	0.514	1.521	1.608

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ค่าไนเตรทระหว่างการทำทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	2.40	3.00	10.60	18.40
T2	2.51	3.20	10.70	18.00
T3	2.40	3.18	10.30	17.80
T4	2.60	3.10	9.70	17.00
T5	2.06	2.90	8.90	16.80
T6	2.70	2.90	7.30	16.70
T7	2.60	3.10	8.10	17.60

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 4 ค่า Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทำทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	21.99	24.61	20.65	21.00
T2	22.43	23.77	20.95	21.40
T3	21.44	24.21	20.61	20.85
T4	22.88	25.15	20.61	22.53
T5	22.14	28.26	21.54	21.35
T6	23.52	23.32	18.38	23.57
T7	32.85	23.62	21.10	22.98

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 5 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง  
ทุกวัน(มิลลิกรัมต่อลิตร)**

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	3.98	1.75	0.67	0.15
T2	4.10	1.65	0.74	0.17
T3	4.05	1.64	0.73	0.17
T4	4.10	1.78	0.77	0.16
T5	4.09	1.78	0.74	0.17
T6	4.11	1.75	0.68	0.25
T7	4.04	1.76	0.74	0.14

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

**ตารางผนวกที่ 6 ค่าอัลคาไลด์ระหว่างการทดลองชุดควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)**

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	142.67	84.00	102.67	100.00
T2	140.00	85.33	112.00	112.00
T3	138.60	105.33	126.67	130.67
T4	138.67	122.67	134.67	142.67
T5	137.33	138.67	158.67	160.00
T6	140.00	140.00	181.33	174.67
T7	137.33	89.33	140.00	145.33

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ค่าแอมโมเนียระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	2.71	4.04	4.90	9.51
T2	2.70	4.40	4.82	9.30
T3	2.66	4.59	4.94	9.34
T4	2.66	4.34	4.93	9.19
T5	2.78	4.51	4.94	8.95
T6	2.99	4.66	5.03	9.21
T7	3.07	4.86	5.27	9.38

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 8 ค่าไนโตรที่ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0.04	0.18	0.77	0.79
T2	0.03	0.31	0.99	1.17
T3	0.05	0.32	1.34	1.54
T4	0.06	0.42	1.09	1.53
T5	0.05	0.47	1.46	1.78
T6	0.06	0.45	1.53	2.01
T7	0.08	0.51	1.52	1.16

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ค่าไนโตรเจนระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก  
(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	2.30	3.00	10.50	18.79
T2	2.32	3.30	10.59	18.39
T3	2.36	3.09	10.35	18.45
T4	2.22	2.92	8.86	17.39
T5	2.54	2.67	5.59	16.90
T6	2.54	2.67	6.84	17.14
T7	2.59	3.03	8.41	18.14

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 10 ค่า Soluble reactive phosphorus ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก(มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	21.30	24.61	19.96	21.25
T2	22.73	23.87	21.25	20.11
T3	23.52	24.51	21.10	21.35
T4	24.06	23.12	21.45	22.09
T5	24.75	23.72	19.22	19.96
T6	25.84	26.93	21.05	23.22
T7	28.06	24.31	20.15	22.48

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 11 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	4.03	1.76	0.74	0.14
T2	4.03	1.75	0.75	0.11
T3	4.05	1.79	0.72	0.14
T4	4.04	1.81	0.69	0.10
T5	4.05	1.76	0.72	0.13
T6	4.05	1.73	0.73	0.14
T7	4.03	1.76	0.73	0.13

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 12 ค่าอัลคาไลด์ระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	144.00	85.33	105.33	106.67
T2	140.00	86.67	114.67	109.33
T3	144.67	100.00	128.00	116.00
T4	143.33	114.67	138.67	125.33
T5	148.00	130.67	157.33	145.33
T6	141.33	134.67	181.33	172.00
T7	141.33	93.33	134.67	140.00

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลองชุดที่ควบคุมความเป็นกรด  
เป็นต่างวันแรก

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	8.10	7.76	7.14	7.53
T2	7.99	7.75	7.15	7.53
T3	8.01	7.77	7.18	7.58
T4	8.03	7.75	7.17	7.56
T5	8.05	7.76	7.13	7.52
T6	8.02	7.77	7.14	7.53
T7	8.03	7.76	7.18	7.58

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางที่ 14 จำนวนตัวที่สร้างไข่ฟักในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นต่างทุกวัน

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0	8	10	9
T2	0	10	10	9
T3	0	9	9	10
T4	0	13	15	12
T5	0	11	11	10
T6	0	9	9	10
T7	0	10	10	10

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไข่ฟักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 จำนวนตัวที่สร้างไขพักในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0	8	10	9
T2	0	9	9	9
T3	0	10	9	9
T4	0	12	9	9
T5	0	10	9	9
T6	0	9	7	8
T7	0	10	10	10

หมายเหตุ : ไรแดงเริ่มสร้างไขพักในวันที่ 2 และไรแดงตายหมดในวันที่ 4

ตารางผนวกที่ 16 เปอร์เซนต์การพักไขในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างทุกวัน

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0	28	14	5
T2	0	28	14	3
T3	0	32	11	3
T4	0	34	11	3
T5	0	32	13	3
T6	0	26	17	4
T7	0	30	14	5

หมายเหตุ : ไขเริ่มพักในวันที่ 2 และหยุดพักในวันที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 เปอร์เซ็นต์การพักไขในการทดลองชุดที่ปรับความเป็นกรดเป็นด่างวันแรก

	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
T1	0	25	24	1
T2	0	27	13	4
T3	0	30	17	2
T4	0	30	13	2
T5	0	32	13	1
T6	0	32	8	4
T7	0	30	15	4

หมายเหตุ : ไขเริ่มพักในวันที่ 2 และหยุดพักในวันที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้