ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

23087

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

# การศึกษาการผลิตไข่พักของไรแดง

Study to produce resting egg of *Moina macrocopa*

T099329

โดย

นางสาวรัชนีวรรณ เกิดแก้ว

วท.
ร343ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99329
วัน,เดือน,ปี.....

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2549

b.....11885543
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การศึกษาการผลิตไข่พักของไรแดง
Study to produce resting egg of *Moina macrocopa*

ชื่อนักศึกษา นางสาวรัชนีวรรณ เกิดแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารองรับแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
# เรื่อง

## การศึกษาการผลิตไข่พักไรแดง
## Study to produce resting egg of *Moina macrocopa*

การศึกษาผลของอุณหภูมิ ระยะเวลาการได้รับแสง และ pH ที่มีผลต่อการสร้างไข่พักของไรแดงในน้ำนมดิบ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดดังนี้ ชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ชุดที่ 3 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และชุดที่ 4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นชุดควบคุม ทุกชุดการทดลองจะมีการให้แสงที่ 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง และ pH ที่ 2 4 6 และ 8 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 6 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 5.55 ± 1.262, 4.165 ± 0.794 และ 6.59 ± 0.968 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาการได้รับแสง 12 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 4.85 ± 0.606, 5.23 ± 0.900 และ 3.47 ± 1.079 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาการได้รับแสง 18 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 6.07 ± 0.758, 5.11 ± 0.740 และ 3.98 ± 0.965 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาการได้รับแสง 24 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 6.50 ± 1.772, 5.38 ± 1.262 และ 5.98 ± 1.584 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และพบว่าที่อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สามารถสร้างไข่พักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษที่ได้แนะแนวทางในการดำเนินการทดลอง และคอยให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณอาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ที่คอยให้คำแนะนำในระหว่างการทดลอง และขอขอบพระคุณบุปผา จงพัฒน์ คุณนภพล เผ่ามนัส และคุณแสง ฟักหอม ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ คอยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าทำงาน และคอยช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจ ตลอดจนช่วยข้าพเจ้าทำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และเป็นแหล่งทุนทรัพย์ให้กับข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นางสาวรัชนีวรรณ เกิดแก้ว

พฤษภาคม 2550

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


| | |
|---|---|
| สารบัญ | I |
| สารบัญตาราง | II |
| สารบัญภาพ | III |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 13 |
| ผลการทดลองและวิจารณ์ | 15 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 19 |
| เอกสารอ้างอิง | 20 |
| ภาคผนวก | 22 |


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 6 ชั่วโมง | 16 |
| 2 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 12 ชั่วโมง | 16 |
| 3 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 18 ชั่วโมง | 17 |
| 4 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 24 ชั่วโมง | 18 |

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส | 22 |
| 2 | ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (control) | 23 |
| 3 | จำนวนเปอร์เซ็นต์ไข่พักของไรแดง | 24 |
| 4 | การนับจำนวนไรแดงก่อนปล่อยลงในขวดทดลอง | 25 |
| 5 | ตาราง ANOVA | 25 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ลักษณะทั่วไปของไรแดงเพศเมีย | 5 |
| 2 | การเปรียบเทียบลักษณะของไรแดงเพศเมีย | 5 |
| 3 | ลักษณะของไรแดงเพศผู้ | 6 |
| 4 | วงจรชีวิตของไรแดง | 9 |
| 5 | อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 6 ชั่วโมง | 16 |
| 6 | อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 12 ชั่วโมง | 17 |
| 7 | อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 18 ชั่วโมง | 17 |
| 8 | อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 24 ชั่วโมง | 18 |

| ภาพผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส | 22 |
| 2 | อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (control) | 23 |
| 3 | ลักษณะของไข่พักไรแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X | 25 |
| 4 | ชุดควบคุมอัตโนมัติ | 26 |
| 5 | บ่อที่เลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบ | 26 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนเป็นจำนวนมาก และในการอนุบาลนิยมใช้อาหารที่มีชีวิต เช่น ไรแดง อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ เนื่องจากอาหารมีชีวิตนั้นสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานานจึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำเน่าเสีย ส่วนใหญ่นิยมใช้ไรแดงในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเนื่องจากมีขนาดพอเหมาะและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน 74.1%, คาร์โบไฮเดรต 12.3 %, ไขมัน 10.2 % และเถ้า 3.5 % ของน้ำหนักแห้ง ทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนที่อนุบาลมีอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตสูง ปัจจุบันความต้องการไรแดงมีจำนวนมากแต่จำนวนของไรแดงมีน้อยลงเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เสื่อมโทรมลงทำให้ในแหล่งน้ำธรรมชาติขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ที่นำไปใช้ในการเพาะพันธุ์

ไรแดงมีการสืบพันธุ์ได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไรแดงเพศเมียจะไข่แล้วฟักเป็นตัวโดยไม่ต้องผสมกับไรแดงเพศผู้ โดยปกติไรแดงจะมีอายุระหว่าง 4- 6 วัน แพร่พันธุ์ได้ 1- 5 ครั้ง ทั้งนี้สภาวะแวดล้อมจะต้องเหมาะสม แบบที่ 2 เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น อุณหภูมิหรือต่ำเกินไป ความเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสม หรือขาดแคลนอาหาร ไรแดงจะเพิ่มปริมาณเพศผู้มากขึ้นแล้วไรแดงเพศเมียจะสร้างไข่ขึ้นอีกชนิดหนึ่งซึ่งจะต้องได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้แล้วสร้างเปลือกหุ้มหนา แม่ 1 ตัว จะให้ไข่ชนิดนี้ 2 ฟอง หลังจากนั้นตัวเมียก็จะตายเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้น ไข่จะถูกทิ้งให้อยู่ก้นบ่อหรือก้นแหล่งน้ำนั้น ไข่เปลือกแข็งนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้นานและจะฟักออกเป็นตัวเมื่อสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้นและมีอาหารที่อุดมสมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการได้รับแสงต่อวัน และพีเอช ดังนั้นหากมีการผลิตไข่พักไรแดงเพื่อใช้สำหรับเป็นหัวเชื้อพ่อแม่พันธุ์จะทำให้ได้ผลผลิตไรแดงที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค นอกจากนี้ไข่พักของไรแดงยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานานทั้งในสภาพอบแห้งหรือแช่แข็ง

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการผลิตไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ ระยะเวลาการได้รับแสงต่อวัน และพีเอชที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### ไรแดง

ไรแดงมีชื่อสามัญว่า *moina macrocopa* มีขนาด 0.4-1.8 มิลลิเมตร ตัวมีสีแดงเรื่อๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะเห็นเป็นกลุ่มสีแดงชัดเจน โดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย จะมองเห็นไรแดงมีสีเข้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไรแดงจะผลิต haemoglobin เพิ่มปริมาณมากขึ้นเพื่อใช้รับออกซิเจน ไรแดงมีส่วนหัวกว้าง มีตารวมขนาดใหญ่ มีแอ่งที่ซอกคอ (cervical sinus ) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่ สั้นไม่แบ่งเป็นปล้องตรงปลายหนวดคู่แรกมีขนเล็กๆ 5 - 6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก ( sense hair ) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ตรงปลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนงจะมีจำนวนปล้องไม่เท่ากันโดยแขนงแรกมี 3 ปล้อง และแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนด้านท้องมีหนามเล็กๆที่ postabdomen มีหนามแหลม 9 อัน เรียงกันเป็นแถวหนามอันแรกอยู่ใกล้ฐานของ postabdominal spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยกเป็น 2 แฉก เรียก bident ( สันทนา และคณะ, 2529 )

### ลักษณะของไรแดงเพศเมีย

ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่าลำตัวไรแดงปกคลุมด้วยเปลือกไข่ เปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นชิ้นเดียวแต่งอพับตรงด้านหลังของไรแดงและเปิดออกตรงด้านท้อง โดยมากที่หัวและเปลือกหุ้มลำตัวมีขนบางๆ ปกคลุมขนบนหัวด้านหลังยาวกว่าขนที่บริเวณอื่น ยกเว้นในตัวเมียที่กำลังสร้างไข่จะไม่มีขนบนเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะในบริเวณส่วนหลัง (ภาพที่ 1) หัวมีลักษณะกลมไม่มีแอ่งเหนือตา ยกเว้นในไรแดงที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น มีตาประกอบ ( compound eye ) ซึ่งเป็นอวัยวะรับแสง 1 อัน ประกอบด้วยจุดสีดำขนาดใหญ่ล้อมรอบด้วยเลนซ์ใสๆ หลายอัน ตาประกอบสามารถกลอกไปมาโดยอาศัยกล้ามเนื้อตาทั้ง 6 มัด ขนาดตาประกอบมีขนาดปานกลาง 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 เส้นและมีขนาดใหญ่กว่าหนวดคู่ที่ 1 เป็นแบบ biramous บนหนวดคู่นี้มีขนสั้นเรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวดเป็นอวัยวะสำคัญในการว่ายน้ำเนื่องจากมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ หนวดแต่ละเส้นประกอบด้วยส่วนฐาน ( basipod ) โคนของส่วนฐานมีขนที่รับความรู้สึก 2 เส้น สันนิษฐานว่ามีหน้าที่ตรวจสอบความแรงของกระแสน้ำที่พัดผ่านตัว นอกจากนี้ที่ปลายของส่วนฐานยังมีขนรับความรู้สึกอีก 1 เส้น

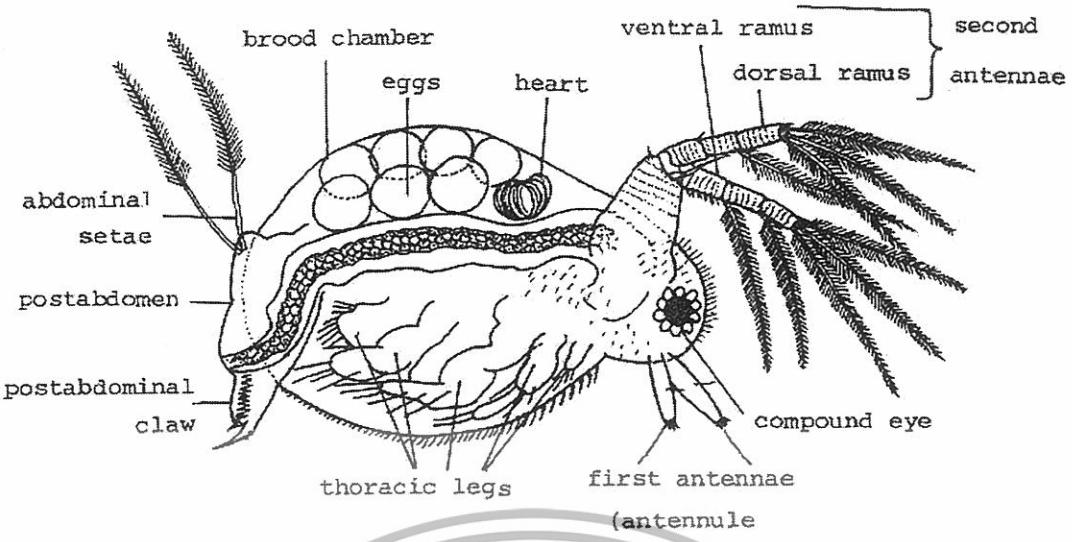
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนฐานแบ่งออกเป็น 2 แขนง (rami) แขนงบนเรียกว่า exopod แขนงล่างเรียกว่า endopod ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ปล้อง ปล้องที่ 1 มีขนาดสั้นที่สุดปล้องนี้ไม่มีเส้นขนนกขนาดยาว (plumose setae) ที่ช่วยในการว่ายน้ำ หรือเรียกว่า swimming setae ปล้องที่ 2 และ 4 มีความยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 2 ไม่มีเส้นขนนกแต่มีหนามแข็ง (spine) เพียง 1 อัน ปล้องที่ 3 มีเส้นขนนก 1 เส้น ส่วนปลายสุดของปล้องที่ 4 มีเส้นขนนก 3 เส้น และหนามแข็ง 1 อัน endopod แบ่งออกได้เป็น 3 ปล้อง แต่ละปล้องยาวเกือบเท่ากัน ปล้องที่ 1 และ 2 มีเส้นขนนกปล้องละ 1 เส้น ส่วนปลายสุดของปล้องที่ 3 มีเส้นขนนก 3 เส้น และหนามแข็งอีก 1 อัน ปากอยู่ที่ส่วนหัว ส่วนประกอบของปากประกอบด้วย มีขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแผ่น 1 อัน มี mandibles 1 คู่ maxillae , maillae และริมฝีปาก mandibles ซึ่งมีอยู่ 1 คู่ จะเชื่อมติดกันเป็นแผ่นเดียว ส่วนนี้เป็นส่วนที่แข็งแรงเพราะเป็นขอบที่แข็งและคม ช่วยในการบดเคี้ยวอาหาร maxillule มี 1 คู่ขนาดเล็ก อยู่ที่ด้านข้างของลำตัว คืออยู่ระหว่าง mandibles และริมฝีปาก maxillule มีรูปร่างค่อนข้างแหลมตรงปลายมีขนโค้งๆหลายเส้น หน้าที่ของ maxillule คือช่วยดันอาหารให้เข้าไปใน mandibles ส่วนประกอบของปากชิ้นสุดท้ายคือ maxillae ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีหน้าที่ในการกินอาหารแต่ช่วยเปิดต่อมขับถ่ายของเสีย (excretory organ) รูปร่างของเปลือกหุ้มลำตัวเป็นรูปไข่รูปหกเหลี่ยมหรือร่างแห ซึ่งมีขนบางๆ อยู่เรียงกันบนเส้นขนานของลายตัวดังกล่าว ตรงมุมบนของเปลือกมีขอ 2 อัน ที่ขอบด้านท้องของเปลือกมีขนแข็งๆ จำนวน 55 - 65 อัน ขนตรงส่วนหน้ามีความยาวมากกว่าขนที่ส่วนท้าย ผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวบางกว่าผิวนอกมาก ผิวของเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะด้านในมีหน้าที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การหมุนเวียนของโลหิตเกิดที่ช่องว่างระหว่างผิวด้านในและผิวด้านนอกของเปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวของไรแดงไม่ติดกับเปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอก (thorax) ซึ่งมีขาที่ส่วนอกจำนวน 5 คู่ และส่วนท้อง (abdomen) ทางเดินอาหารซึ่งเริ่มต้นจากส่วนหัว มีลักษณะเป็นท่อค่อนข้างตรงพาดไปตามความยาวของลำตัวที่ด้านข้างของกึ่งกลางทางเดินอาหารเป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบ-พันธุ์ที่มีโครงสร้างอย่างง่ายๆ ท่อทางเดินอาหารของไรแดงเห็นได้ยากเนื่องจากปากที่ต่อกับคอหอย (esophagus) ซึ่งเป็นช่องแคบๆ แล้วถึงกระเพาะอาหารซึ่งกว้างกว่าส่วนคอหอยต่อจากกระเพาะอาหารเป็นลำไส้ ส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหารคือ rectum และของเสียจะถูกปล่อยออกภายนอกที่รูก้น (anus) ซึ่งอยู่ด้านท้องของโพสแอบโดเมน ทางเดินอาหารมักมีอาหารบรรจุอยู่เต็ม เนื่องจากไรแดงเป็นสัตว์ที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา ไรแดงกินอาหารโดยวิธีกรองจากน้ำ (filter feeding) ลักษณะขาที่ส่วนอกทั้ง 5 คู่ มีดังนี้ ขาคู่ที่ 1 มีขนาดเล็ก ไม่มี exopod มีจำนวนของเส้นขน (hairs and setae) น้อยที่สุดส่วนโคนไม่มี gnatobase แต่มีส่วน epipodite ขนแข็งเส้นบนสุดซึ่งอยู่บนปล้อง penultimate มีซี่ฟันเรียงเป็นแถวที่ด้านนอกของขน และขนแข็งเส้นนี้เป็นลักษณะเด่นของไรแดง ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

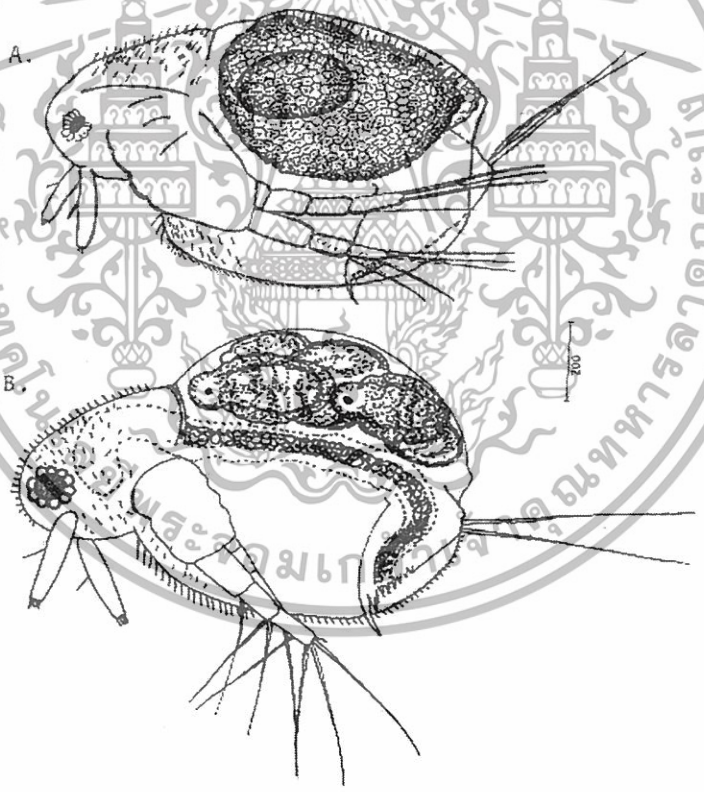
แม้ว่าจะถูกปกคลุมด้วยเปลือกหุ้มตัวก็ตาม ขาคู่ที่ 1 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัว ขาคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าขาคู่ที่ 1 บนส่วนของ gnatobase ของ basipod มีลักษณะเป็นพู บนพูนี้มีเส้นขนนกเรียงกันเป็นแถว ขาคู่ที่ 2 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวเช่นเดียวกับขาคู่ที่ 1 ขาคู่ที่ 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 โพสแอบโดเมนอยู่ส่วนท้ายของลำตัว มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนกว้าง ลักษณะเป็นรูปกรวยตรงมุมบนของส่วนนี้มีขนาดยาวมาก 2 เส้น เรียกว่า abdominal setae และบริเวณนี้ยังมีขนสั้นๆ เรียงกันเป็นแถวจำนวนหลายแถวอีกด้วย ปลายสุดของโพสแอบโดเมนมีอุ้งเล็บหรือ claw โค้งๆ 2 อัน ด้านเว้าของอุ้งเล็บดังกล่าวมีซี่ฟันขนาดเล็กเรียงกัน 1 แถว ถัดจากอุ้งเล็บมีซี่ฟันรูปสองแฉก 1 ซี่ และยังมีฟันรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีขอบเป็นจักคล้ายขนนกจำนวน 9–11 ซี่ ฟันทั้งหมดอยู่ที่ขอบของโพสแอบโดเมนระหว่างอุ้งเล็บและ bident อาจมีหนามสั้นๆ 2–3 อันก็ได้ โพสแอบโดเมนมีหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำหรือกำจัดเศษอาหารออกจากลำตัว โดยทั่วไปประชากรของไรแดงประกอบด้วยตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) บางช่วงเวลาในรอบปีที่ประชากรของไรแดงจะมีตัวเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (ephippial female หรือ sexual female) ลักษณะของเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะคล้ายกับพวกที่ไม่อาศัยเพศ (ภาพที่ 2) เพียงแต่ขนาดของเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีขนาดลำตัวเล็กกว่า คือ ยาวประมาณ 0.7 – 1.1 มิลลิเมตร ฝักไข่หรือ ephippium ประกอบด้วยไข่จำนวน 2 ฟอง แต่ละฟองมีรูปร่างคล้ายอานม้าซึ่งระยะแรกไข่ทั้ง 2 ฟองจะเรียงตัวกันในแนวราบทำให้ดูเหมือนกับว่ามีเพียงฟองเดียวเท่านั้น แต่เมื่อไข่แก่มันจะเรียงกันในแนวตั้ง จึงทำให้เห็นว่ามี 2 ฟองอย่างชัดเจนสีของ ephippium เป็นสีน้ำตาล และมีลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือรูปหกเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 1 ลักษณะทั่วไปของไรแดงเพศเมีย

**ที่มา** : ลัดดา และคณะ (2524)




**ภาพที่** 2 เปรียบเทียบลักษณะของไรแดงเพศเมีย

A. ไรแดงเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual female)

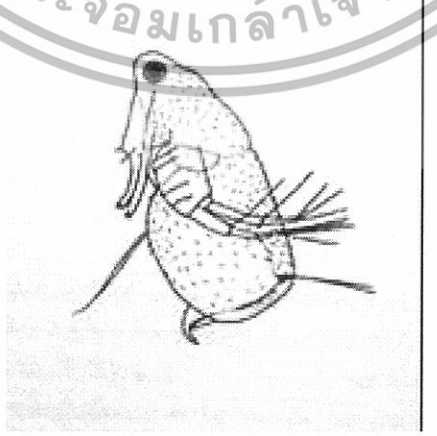
B. ไรแดงเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female)

**ที่มา** : ลัดดา และคณะ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ลักษณะของไรแดงเพศผู้**

เปลือกหุ้มลำตัวรูปไข่และปกคลุมด้วยขนบางๆ ขนบนหลังมีขนาดยาวกว่าขนที่ท้อง แต่จำนวนของบนส่วนหัวจะน้อยกว่าส่วนอื่นของเปลือกหุ้มลำตัว หัวมีขนาดใหญ่ไม่มีแอ่งเหนือตา ตาประกอบขนาดใหญ่กินเนื้อที่เกือบทั้งหมดของส่วนหัว จุดตั้งต้นของหนวดคู่ที่ 1 อยู่ใต้ด้านหน้าของหัวหรืออยู่ใต้ตาประกอบ หนวดคู่ที่ 1 มีขนาดยาวมาก ตรงกึ่งกลางของหนวดจะโค้งเข้าหาลำตัว และปลายสุดมีขอสั้นๆ 4 – 6 ขออยู่เรียงกันเป็นวงล้อมรอบปุ่มรับความรู้สึก (sensory papillae) ขอแหล่านี้มีหน้าที่ช่วยในการผสมพันธุ์ของไรแดง ส่วนหัวของตัวแยกออกจากเปลือกหุ้มลำตัว โดยมีร่อง (groove) ตื้นๆซึ่งร่องนี้เห็นชัดในตัวผู้มากกว่าตัวเมีย บนเปลือกหุ้มลำตัวของตัวผู้มีลายเป็นร่างแหเช่นเดียวกับตัวเมีย บนเส้นขนานของร่างแหจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไปที่ขอบด้านหน้าของเปลือกหุ้มลำตัวมีขอสั้นๆ มุมละ 1 อัน มีหน้าที่ยึด abdominal setae ที่ส่วนบนของโพสแอบโดเมน ขาคู่ที่ 1 ของไรแดงตัวผู้มีขอขนาดใหญ่และโค้ง 1 อัน มีหน้าที่สำคัญในการจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ ขอนี้ตั้งอยู่บนส่วนของ penultimate ซึ่งมีขนบางๆ จำนวนมาก ปล้องสุดท้ายของขาคู่ที่ 1 มีขนขนาดยาวไม่เท่ากันจำนวน 3 เส้น เส้นที่อยู่กลางมีลักษณะคล้ายขอ ส่วนขนอีกสองเส้นมีลักษณะคล้ายขนนก ปลายสุดของ exopod ของขาคู่นี้มีขนอีก 1 เส้น ขนาดยาวมาก คือยาวจนจรดขอบด้านท้องของเปลือกหุ้นลำตัวหรืออาจยาวมากกว่าก็ได้ นอกจากนี้ ขอนี้ยังโค้งขนานไปกับขอบด้านท้องอีกด้วย โพสแอบโดเมนของตัวผู้ มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเมีย เช่น มีขนที่ด้านบนและมีซี่ฟันลักษณะคล้ายขนนกที่ขอบล่างของโพสแอบโดเมน จำนวน 7 – 10 ซี่ เป็นต้น ส่วนที่แตกต่างจากเพศเมียคือ ส่วนล่างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมนั้น มีฐานของรูปสามเหลี่ยมยาวกว่า และที่ตั้งของอุ้งเล็บอยู่ที่กึ่งกลางส่วนล่างของโพสแอบโดเมน ช่องเปิดเซลล์สืบพันธุ์มี 2 ช่อง อยู่ที่ด้านท้องของอุ้งเล็บหรือบริเวณส่วนโคนของอุ้งเล็บพอดี testes ตั้งอยู่ 2 ข้างของลำไส้ มีขนาดเล็กภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ ลักษณะใสๆ รูปร่างของเซลล์สืบพันธุ์แบบเป็นแบบแท่ง (rod shape) ตัวผู้มีลำตัวยาวประมาณ 0.45 – 0.70 มิลลิเมตร (ลัดดา และคณะ, 2524)



**ภาพที่** 3 ลักษณะของไรแดงเพศผู้

**ที่มา** : http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMPPT/Ptb_404652050.ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การสืบพันธุ์ของไรแดง**

ไรแดงมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ แบบอาศัยเพศ (sexual female) และแบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenetic female) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศไรแดงจะผลิตไข่ชนิดที่เรียกว่า sexual egg ขึ้นจำนวน 2 ฟอง (รังไข่ละ 1 ฟอง) และมีลักษณะทึบแสง ซึ่งเป็นไข่ที่จะต้องผสมพันธุ์กับเชื้อตัวผู้จึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ ในเวลาเดียวกับ sexual egg ถูกผลิตขึ้นมานั้นจะมีการสร้างเปลือกหุ้มไข่ (ephippial shell) โดยที่ผนังของช่องฟักไข่จะเริ่มหนาขึ้นพร้อมกับมีสีเข้มขึ้นด้วย เปลือกหุ้มไข่มีลักษณะคล้ายอานม้า ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่และเปลือกหุ้มไข่ที่สร้างขึ้นล่วงหน้าแล้วจะปิดรอบไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว เมื่อไรแดงตัวแม่ลอกคราบครั้งต่อไป ephippium จะถูกปล่อยออกมาจากตัวแม่ และจมลงสู่พื้น ephippium ของไรแดงจะถูกสร้างขึ้นมาอย่างพิเศษ คือ มีเปลือกหนาและมีลวดลายรูปหกเหลี่ยม จึงมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตได้อย่างดี แต่เมื่อสภาวะแวดล้อมกลับสู่สภาวะปกติไข่จะเจริญเป็น parthenogenetic female egg อีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 4) (ลัดดา และคณะ, 2524)

**การแยกเพศของไรแดง**

การแยกเพศของไรแดงจะสังเกตได้จากไรแดงเพศผู้จะมีรูปร่างเล็กและยาวเรียวกว่าไรแดงเพศเมีย มีขนาด 0.5 – 0.8 มิลลิเมตร ระยางค์ขาคู่แรกมีขนาดใหญ่และมีตะขอสำหรับยึดเกาะผสมพันธุ์กับเพศเมีย มีหนวดคู่แรก (antennules) ยาวกว่าเพศเมีย 1 เท่า ที่ปลายหนวดจะมีขนซึ่งมีตะขอเล็กๆอยู่ 5 อัน ส่วนไรแดงเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้และมีตัวอ้วนเกือบกลม มีขนาด 1.0 – 1.5 มิลลิเมตร ไรแดงที่พบทั่วๆไปจะเป็นเพศเมียเมื่อโตเต็มที่จะมีตัวอ่อนอยู่ภายในถุงหน้าท้องประมาณ 4 – 5 ตัว บางครั้งจะเห็นไข่ที่กำลังเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนภายในถุงหน้าท้องด้วย ( Pennek , 1978 )

**วงจรชีวิตของไรแดง**

ระยะเวลาที่ไรแดงที่ฟักออกจากไข่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัยจนกระทั่งตายไปไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม Pennak (1978) ได้แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ไข่ ( egg )

ระยะที่ 2 ระยะของตัวอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกของตัวอ่อน และ ระยะที่สองของตัวอ่อน

ระยะที่ 3 ระยะวัยรุ่น ( Adolescent instar )

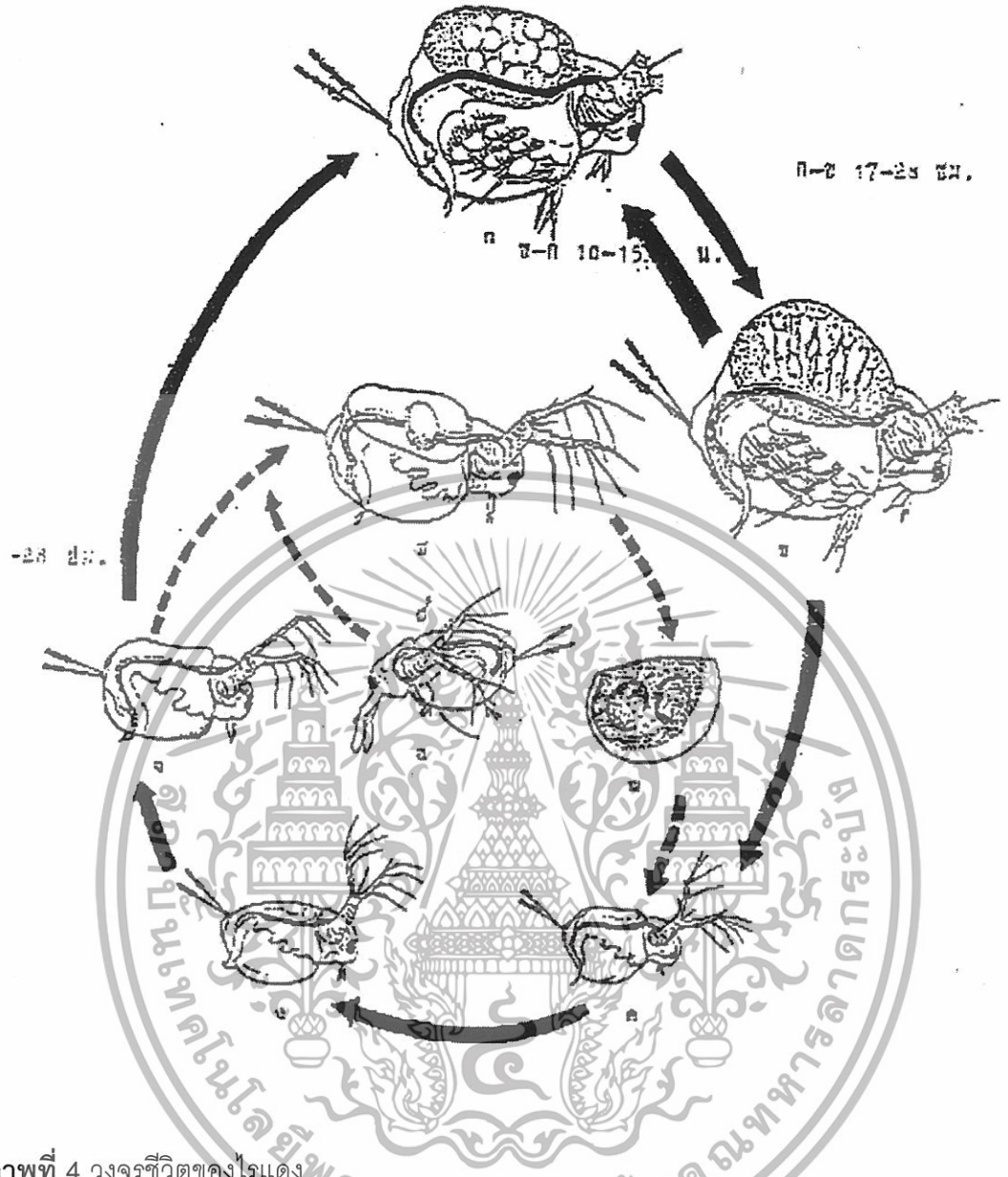
ระยะที่ 4 ตัวเต็มวัย ( adult )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไข่เคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง พอตัวอ่อนระยะแรกออกจากตัวแม่แล้วจะทำการลอกคราบออกเป็นตัวอ่อนระยะที่สองซึ่งระยะนี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่สองซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า Adolescent instar ( ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่ ) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดที่สองอยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้นถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมไรแดงจะสามารถผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากติดต่อกันโดยไม่ขาดตอนเลย การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมากอาจเป็นเวลา 2 – 3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลาที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2 – 3 ชั่วโมง แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร คุณสมบัติของน้ำ และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

โดยสภาวะปกติแล้วไรแดงจะสืบพันธุ์โดยที่ไข่เพศเมียไม่ได้ผสมพันธุ์กับอสุจิเพศผู้ อย่างไรก็ตามแม้ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมไรแดงก็จะปรับสภาพของการสืบพันธุ์และผลผลิตโดยกลายเป็นไข่พักที่มีความทนทานและแข็งแรง เมื่อสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมไข่ก็จะฟักออกมาเป็นตัวและไรแดงก็จะสืบพันธุ์เป็นวัฏจักรโดยที่ไข่เพศเมียไม่ได้ผสมพันธุ์กับอสุจิของเพศผู้ ความสามารถพิเศษคือการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดของไรแดงในระยะไข่พัก เช่น ไข่พักจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้เป็นระยะเวลา 10 ปี และสามารถทนต่อที่ที่มีอุณหภูมิเย็นจัดหรือมีความแห้งแล้ง ไข่พักจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้แม้ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดี (Hasler , 1937) และพบว่าภายในไข่พักของไรแดงมีลักษณะเฉพาะของคุณสมบัติแม่เหล็ก (Sakata *et al.* , 2006) ดังนั้นหากมีการผลิตไข่พักไรแดงเพื่อใช้สำหรับเป็นหัวเชื้อพ่อแม่พันธุ์จะทำให้ได้ผลผลิตไรแดงที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค นอกจากนี้ไข่พักของไรแดงยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานานทั้งในสภาพอบแห้งหรือแช่แข็ง (Makrushin , 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่** 4 วงจรชีวิตของไรแดง

ก. ตัวเต็มวัยที่มีไข่อยู่ใน brood chamber (ระยะ egg)

ข. ตัวเต็มวัยมีตัวอ่อนอยู่ภายใน brood chamber และตัวอ่อนพร้อมจะออกจากตัวแม่ (ระยะ juvenile)

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

ฉ. ไรแดงเพศผู้เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม

ช-ฌ. ไรแดงเพศเมียที่ได้รับการผสมจากเพศผู้จะสร้าง resting egg ซึ่งมี 2 ใบต่อ 1ตัว

ก-ข. ตัวแม่ออกลูกแล้ว 10-15 นาที ก็จะมีเซลล์ไข่ใน brood chamber

**ที่มา** : พรนภา (2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวย (2531) ได้ทดลองผลิตไข่พักของไรแดง ไข่ชนิดนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ดีจึงเก็บรักษาไว้ได้นานและสะดวกต่อการนำไปเพาะฟักเป็นแม่พันธุ์ซึ่งปกติไรแดงแต่ละตัวจะมีชีวิตอยู่ประมาณ 4 – 6 วัน ในช่วงชีวิตหนึ่งสามารถลอกคราบได้ 1 -4 ครั้ง โดยเฉลี่ยประมาณ 2 ครั้ง ในสภาวะปกติไรแดงจะมีประชากรเพศเมียประมาณ 94 – 95 %และมีประชากรเพศผู้ประมาณ 5 – 6 % เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศซึ่งจะได้ไข่ชนิด ephippium egg โดยไข่ชนิดนี้ไรแดงจะสร้างขึ้นโดยต้องผสมพันธุ์กับตัวผู้ หลังจากนั้นมันก็จะตายแล้วทิ้งไข่ชนิดนี้ไว้ เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมไข่ก็จะฟักเป็นตัวเมียและแพร่ขยายพันธุ์ต่อไป ในปี 2529 ได้ทำการทดลองที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส โดยใช้ไรแดงจำนวน 4 ล้านตัวในน้ำ 600 มิลลิลิตร มีปริมาตรรวม 1000 มิลลิลิตร ( ไรแดง 400 กรัมรวมกับน้ำ 600 มิลลิลิตร ) ใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำเขียวเป็นอาหาร เป็นระยะเวลานาน 3 วัน ไรแดงก็จะสามารถสร้าง ephippium egg ได้ ในปี 2530 ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมได้ทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร โดยเริ่มจากผลิตไรแดงให้ได้มากที่สุดโดยใช้อาหารผสมซึ่งประกอบด้วยรำละเอียด 2000 กรัม ปลาป่น 1000 กรัม กากถั่วเหลือง 1000 กรัม ปุ๋ยผสม (15 – 15 – 15) 2000 กรัม และปุ๋ยยูเรีย (45 – 0 – 0) 100 กรัม ไรแดงจะแพร่ขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า และในการทดลองครั้งนี้ใช้ถุงกรองน้ำเพื่อใช้ในการลดปริมาณตะกอนก้นบ่อทำให้มีความสะดวกในการเก็บไข่ไรแดง และมีการให้อาหารเพิ่มทุกวันวันละ 10 – 15 % เมื่ออุณหภูมิต่ำลงในช่วง 14 – 15 องศาเซลเซียส นานติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ ยังคงเหมือนเดิม (ชนิดและปริมาณอาหาร ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ) ขนาดตัวของไรแดงโตขึ้นเป็น 2000 ตัวต่อกรัม ( ปกติ 10,000 ตัวต่อกรัม ) และพบ ephippium egg ตัวละ 2 ฟองต่อ 1 ฝัก มีสีเทาอมชมพูขุ่นๆ หรือสีเทาขาวขุ่นๆ มีลักษณะแข็งและจมน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเข้าสู่สภาวะปกติไรแดงจะลดการสร้าง ephippium egg ลงและกลับมาสร้าง parthenogenetic egg ในปี 2531 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนจะพบการสร้าง ephippium egg จากการทดลองเลี้ยงไรแดงโดยใช้อาหารเฉพาะอย่าง คือ สาหร่ายเกลียวทอง ( Spirulina ) สำเร็จรูปชนิดผงเป็นการเลี้ยงไรแดงในสภาวะอาหารไม่สมบูรณ์แต่เพียงพอ โดยใช้โหลแก้วขนาด 20 ลิตร ในเวลา 9 วัน ไรแดงจึงจะเริ่มสร้าง ephippium egg หลังจากนั้นมีการเก็บไข่ไรแดงมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ( 30 องศาเซลเซียส ) แล้วนำมาทดลองฟัก 2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 ในเดือนมกราคม 2531 ทำการฟักไข่พักของไรแดงซึ่งเก็บไว้นาน 1 เดือน ผลการทดลองฟักต้องใช้เวลา 3 วัน ephippium egg จึงจะเริ่มฟักออกมาเป็นตัว โดยใช้น้ำ 10 ลิตร และสาหร่ายเกลียวทองชนิดผง 0.25 กรัม ผสมกันและตั้งทิ้งไว้ในที่ที่มีแสงส่องถึง ครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2531 ได้ทำการทดลองฟักไข่พักของไรแดงที่เก็บไว้เป็นเวลา 6 เดือน จะต้องใช้เวลาในการฟักเพิ่มขึ้นเป็น 9 วัน ephippium egg จึงจะฟักออกมาเป็นตัว มีข้อสังเกตว่า ephippium egg ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน จะลอยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนใหญ่ และส่วนที่ฟักออกมาเป็นตัวจะเป็น ephippium egg ที่จมน้ำ ซึ่งน่าจะขึ้นอยู่กับการดูดซึมน้ำของเปลือกไข่และการละลายสารบางตัวที่เปลือกไข่

สุนีรัตน์ และศักดิ์ชัย (2547) ได้ทำการทดลองดังนี้ในชุดทดลองที่มีการปรับพีเอชให้อยู่ในระดับที่ควบคุมทุกวัน ทุกระดับพีเอชไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไข่พักและเริ่มตาย ที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไข่พักของไรแดงสูงสุดคือ 40.3±0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยแตกต่างจากระดับพีเอชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชุดที่มีอัตราการสร้างไข่พักต่ำสุดคือที่ระดับพีเอช 6.5 แต่ปริมาณไข่พักที่สร้างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ( พีเอชเท่ากับ 7.14 ) โดยจากการทดลองนี้พบว่าค่าพีเอชที่ทำให้ไรแดงสร้างไข่พักได้มากจะอยู่ในช่วงประมาณ 7.25-7.5 ถ้าค่าพีเอชเพิ่มขึ้นหรือลดลงกว่าระดับนี้มีแนวโน้มว่าการสร้างไข่พักจะลดลง สำหรับอัตราการฟักของไข่พักนั้นพบว่าไข่พักที่สร้างจากชุดควบคุมมีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.2±0.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับอื่นๆ สำหรับไข่พักที่สร้างจากระดับพีเอชอื่นๆ ที่เหลือมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน ยกเว้นระดับพีเอช 6.75 ซึ่งมีอัตราการฟักต่ำที่สุดคือ 44.0±0.6 เปอร์เซ็นต์ และไข่พักที่ผลิตจากทุกระดับพีเอชใช้เวลาในการฟักใกล้เคียงกันคือ 3 - 7 วัน ในชุดการทดลองที่มีการปรับระดับพีเอชก่อนใส่ไรแดงครั้งแรกเพียงครั้งเดียวพบว่าทุกระดับพีเอชมีอัตราการสร้างไข่พักใกล้เคียงกันโดยเริ่มสร้างในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไข่พักและเริ่มตาย และที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไข่พักมากที่สุดคือ 30.7±0.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ( พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7.14 ) ส่วนอัตราการฟักในชุดไข่พักที่สร้างจากพีเอช 6.5 มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.4±1.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุมและพีเอช 7 โดยมีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดอื่นๆ และระดับพีเอชต่างๆ ที่เหลือมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพีเอชหลังจากเลี้ยงไรแดง 1 วัน ค่าพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลองจากนั้นลดลงจนถึงวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 4 ของการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบการสร้างไข่พักในชุดทดลองที่ปรับพีเอชทุกวันและชุดทดลองที่ปรับครั้งแรกเพียงครั้งเดียวพบว่าที่ระดับพีเอชเริ่มต้น 6.5 - 7 และชุดควบคุมของทั้งสองชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักใกล้เคียงกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่พีเอช 7.25-7.75 ชุดที่ปรับพีเอชทุกวันมีอัตราการสร้างไข่พักสูงกว่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเปรียบเทียบอัตราฟักพบว่าทั้งสองชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับพีเอชโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับพีเอชให้อยู่ในระดับที่ควบคุมทุกวัน ทุกระดับพีเอชไรแดงเริ่มสร้างไข่พักในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไข่พักและเริ่มตาย ที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไข่พักของไรแดงสูงสุดคือ 40.3±0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยแตกต่างจากระดับพีเอชอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ ส่วนชุดที่มีอัตราการสร้างไข่พักต่ำสุดคือที่ระดับพีเอช 6.5 แต่ปริมาณไข่พักที่สร้างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ( พีเอชเท่ากับ 7.14 ) โดยจากการทดลองนี้พบว่าค่าพีเอชที่ทำให้ไรแดงสร้างไข่พักได้มากจะอยู่ในช่วงประมาณ 7.25-7.5 ถ้าค่าพีเอชเพิ่มขึ้นหรือลดลงกว่าระดับนี้มีแนวโน้มว่าการสร้างไข่พักจะลดลง สำหรับอัตราการฟักของไข่พักนั้นพบว่าไข่พักที่สร้างจากชุดควบคุมมีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.2±0.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับอื่นๆ สำหรับไข่พักที่สร้างจากระดับพีเอชอื่นๆ ที่เหลือมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน ยกเว้นระดับพีเอช 6.75 ซึ่งมีอัตราการฟักต่ำที่สุดคือ 44.0±0.6 เปอร์เซ็นต์ และไข่พักที่ผลิตจากทุกระดับพีเอชใช้เวลาในการฟักใกล้เคียงกันคือ 3-7 วัน ในชุดการทดลองที่มีการปรับระดับพีเอชก่อนใส่ไรแดงครั้งแรกเพียงครั้งเดียวพบว่าทุกระดับพีเอชมีอัตราการสร้างไข่พักใกล้เคียงกันโดยเริ่มสร้างในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไข่พักและเริ่มตาย และที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไข่พักมากที่สุดคือ 30.7±0.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ( พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7.14 ) ส่วนอัตราการฟักในชุดไข่พักที่สร้างจากพีเอช 6.5 มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.4±1.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุมและพีเอช 7 โดยมีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดอื่นๆ และระดับพีเอชต่างๆ ที่เหลือมีอัตราฟักใกล้เคียงกัน และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพีเอชหลังจากเลี้ยงไรแดง 1 วัน ค่าพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลองจากนั้นลดลงจนถึงวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 4 ของการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบการสร้างไข่พักในชุดทดลองที่ปรับพีเอชทุกวันและชุดทดลองที่ปรับครั้งแรกเพียงครั้งเดียวพบว่าที่ระดับพีเอชเริ่มต้น 6.5 -7 และชุดควบคุมของทั้งสองชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การสร้างไข่พักใกล้เคียงกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่พีเอช 7.25-7.75 ชุดที่ปรับพีเอชทุกวันมีอัตราการสร้างไข่พักสูงกว่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเปรียบเทียบอัตราฟักพบว่าทั้งสองชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับพีเอชโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รวมทั้งการศึกษาของ Jana and Chakrabarti (1999) พบว่าในการสืบพันธุ์ครั้งแรกจะช้ากว่าปกติเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำทั้งในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสง การเลี้ยงไรแดงในสภาวะที่ไม่มีแสงจะทำให้ช่วงอายุสั้นลงและออกลูกได้ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพวกที่ให้แสงปกติและในที่ที่น้ำมีอุณหภูมิต่ำ และจากการศึกษาของ Zhang (1999) พบว่าการได้รับแสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และในการให้อาหารต่ำ ( $3.75 \times 10^6$ cells ) ในกลุ่มที่ให้อะซีโตนมีการสร้างไรแดงเพศผู้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนการได้รับแสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ไม่ว่าจะเป็นการให้อาหารมากหรือน้อยก็จะพบว่ากลุ่มที่ให้เอทานอลจะมีการสร้างไรแดงเพศผู้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. กล่องชุดควบคุมอัตโนมัติ
2. ขวดทดลอง 60 ขวด
3. ปิเปตขนาด 5 ml.
4. หลอดหยด
5. บีกเกอร์ขนาด 250 ml.
6. เครื่องวัดความเข้มแสง
7. ไรแดง
8. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
9. เครื่องวัด pH รุ่น HI 8424
10. Hydrochloric acid ( HCl )
11. Potassiumhydroxide (KOH)

## การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial มี 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ ระยะเวลาการได้รับแสง และระดับ pH แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลาที่ให้แสงที่ 6 12 18 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน ในระดับ pH 2 4 6 และ 8

## วิธีการ

### 1. ขั้นตอนการเตรียมชุดควบคุมอัตโนมัติ

ทำกล่องไม้ 4 กล่อง โดยแต่ละกล่องจะทำการติดตั้งหลอดไฟ LED สีขาว จำนวนกล่องละ 12 หลอด โดยที่กล่องไม้แต่ละกล่องจะติดตั้งเครื่องปิดไฟอัตโนมัติดังนี้

- กล่องที่ 1 เปิดไฟวันละ 6 ชั่วโมง
- กล่องที่ 2 เปิดไฟวันละ 12 ชั่วโมง
- กล่องที่ 3 เปิดไฟวันละ 18 ชั่วโมง
- กล่องที่ 4 เปิดไฟวันละ 24 ชั่วโมง

### 2. ขั้นตอนการเตรียมน้ำนม

ปิเปตน้ำนมดิบมา 4 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 2 ลิตร แล้วหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นแบ่งน้ำนมออกเป็น 4 ทรีทเมนต์เท่าๆกันแล้วทำการปรับ pH ให้เป็น 2 4 6 และ 8 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ขั้นตอนการเตรียมไรแดง**

นำไรแดงจากห้องทดลองที่เลี้ยงด้วยน้ำนมมาทำการคัดเลือกตัวที่จะใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์โดยการใช้สวิงช้อนเอาไรแดงขึ้นมาแล้วใช้ช้อนตักขึ้นมาติดเพียงปลายช้อนแล้วนำมาทำการสุ่มนับ 3 ครั้ง จะได้ไรแดงประมาณ 400 ตัว

4. **ขั้นตอนการทดลอง**

- นำน้ำนมที่หมักไว้และทำการปรับ pH เรียบร้อยแล้วใส่ลงในขวดทดลองปริมาณ 40 มิลลิลิตร โดยใส่ pH ละ 12 ขวด จากนั้นใส่ไรแดงลงในขวดทดลองแต่ละขวด

- นำขวดทดลองไปใส่ในชุดควบคุมอัตโนมัติที่เตรียมไว้ pH ละ 3 ขวดต่อ 1 กล่อง จากนั้นนำกล่องไม้ไปใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิโดยเริ่มที่อุณหภูมิ 15 10 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยจะเริ่มเปิดไฟเวลา 12.00 น. ของทุกๆวัน

- จากนั้นเมื่อครบ 4 วัน ทำการตรวจนับไข่พักของไรแดง โดยตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอนับจำนวนและบันทึกผล

5. **การบันทึกข้อมูล**

บันทึกข้อมูล โดยการนับจำนวนไข่พักของไรแดง ทุกๆ 4 วัน

6. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม SPSS 11.0 for window

7. **สถานที่ทดลอง**

ห้องปฏิบัติการโรคสัตว์น้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

8. **ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง**

29 ธันวาคม 2549 - 13 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองการผลิตไข่พักของไรแดงด้วยน้ำนมดิบที่อุณหภูมิ 5 10 15 และที่อุณหภูมิห้อง (control) ในระยะเวลาการได้รับแสงที่แตกต่างกันคือ 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง และมีระดับ pH ที่แตกต่างกันคือ 2 4 6 และ 8 (ที่ pH 2 เมื่อนำไรแดงใส่ลงในขวดทดลองไรแดงก็มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่พบว่าไรแดงมีการสร้างไข่พัก ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Lagerspetz (2000) ได้รายงานว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 6 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 5.55 ± 1.262, 4.165 ± 0.794 และ 6.59 ± 0.968 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 12 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 4.85 ± 0.606, 5.23 ± 0.900 และ 3.47 ± 1.079 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 18 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 6.07 ± 0.758, 5.11 ± 0.740 และ 3.98 ± 0.965 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 24 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 6.50 ± 1.772, 5.38 ± 1.262 และ 5.98 ± 1.584 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่1) ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอัตราการสร้างไข่พักน้อยมากเพียง 0.07 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (control) ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 6 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 5.32 ± 0.882, 5.07 ± 0.389 และ 5.07 ± 0.323 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 12 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 4.44 ± 0.349, 3.87 ± 0.216 และ 4.31 ± 0.392 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการได้รับแสง 18 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 3.12 ± 0.228, 4.13 ± 0.388 และ 4.06 ± 0.379 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาการได้รับแสง 24 ชั่วโมง มีอัตราการสร้างไข่พักเท่ากับ 2.37 ± 0.273 , 3.63 ± 0.273 และ 2.97 ± 0.286 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2)

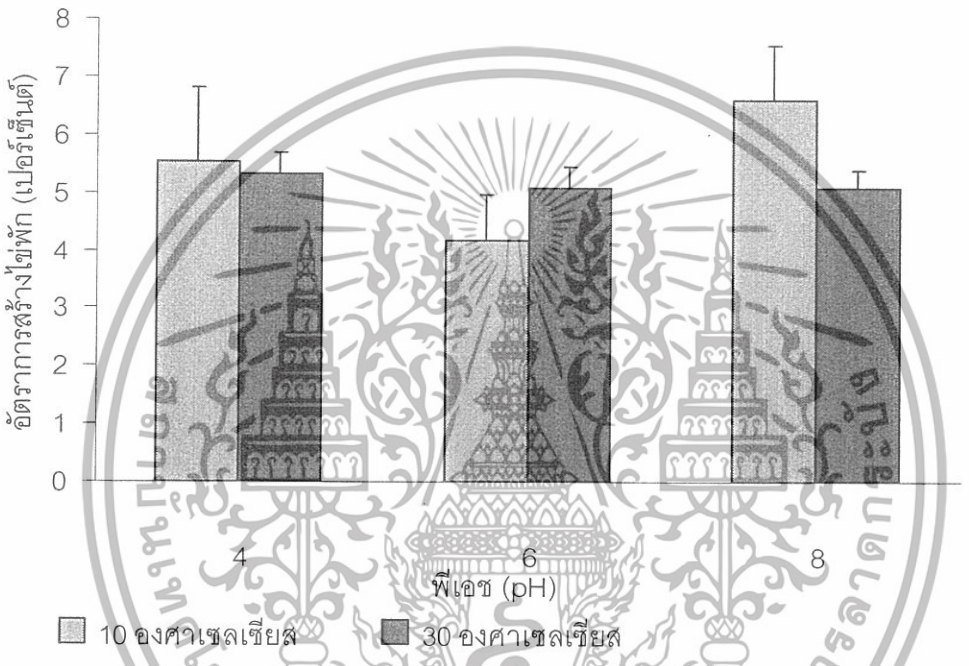
ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของสำรวย (2531) พบว่าการเลี้ยงไรแดงที่อุณหภูมิต่ำนานติดต่อกัน 4 วัน จะทำให้ไรแดงสร้าง ephippium egg ตัวละ 2 ฟอง แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นไรแดงจะลดการสร้าง ephippium egg และจะกลับมาสร้าง parthenogenetic egg ใหม่ และยังสัมพันธ์กับการศึกษาของสุนีรัตน์ และศักดิ์ชัย (2547) ซึ่งได้รายงานว่าที่ระดับพีเอช 7.25 ไรแดงมีอัตราการสร้างไข่พักสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 6 ชั่วโมง

| pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | |
|---|---|---|
| | 10 | 30 |
| 4 | 5.55 ± 1.262[a] | 5.32 ± 0.382[a] |
| 6 | 4.16 ± 0.794[a] | 5.07 ± 0.389[a] |
| 8 | 6.59 ± 0.968[a] | 5.07 ± 0.323[a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)




**ภาพที่** 5 อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 6 ชั่วโมง

**ตารางที่** 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 12 ชั่วโมง

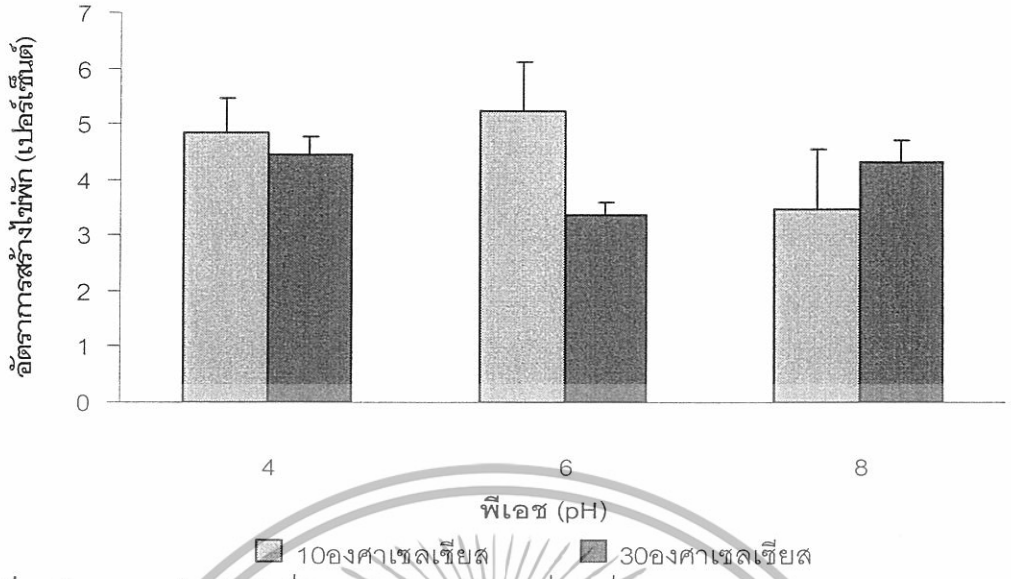
| pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | |
|---|---|---|
| | 10 | 30 |
| 4 | 4.85 ± 0.606[a] | 4.44 ± 0.349[a] |
| 6 | 5.23 ± 0.900[a] | 3.37 ± 0.216[a] |
| 8 | 3.47 ± 1.079[a] | 4.31 ± 0.392[a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง



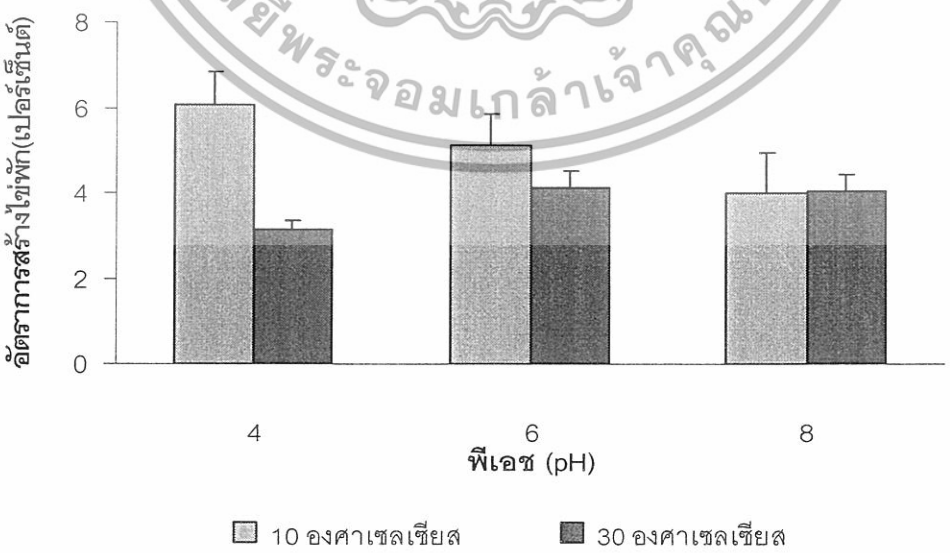



**ภาพที่** 6 อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 12 ชั่วโมง

**ตารางที่** 3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 18 ชั่วโมง

| pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | |
|---|---|---|
| | 10 | 30 |
| 4 | 6.07 ± 0.758[a] | 3.12 ± 0.228[a] |
| 6 | 5.11 ± 0.740[a] | 4.13 ± 0.389[a] |
| 8 | 3.98 ± 0.965[a] | 4.06 ± 0.379[a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)




**ภาพที่** 7 อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 18 ชั่วโมง

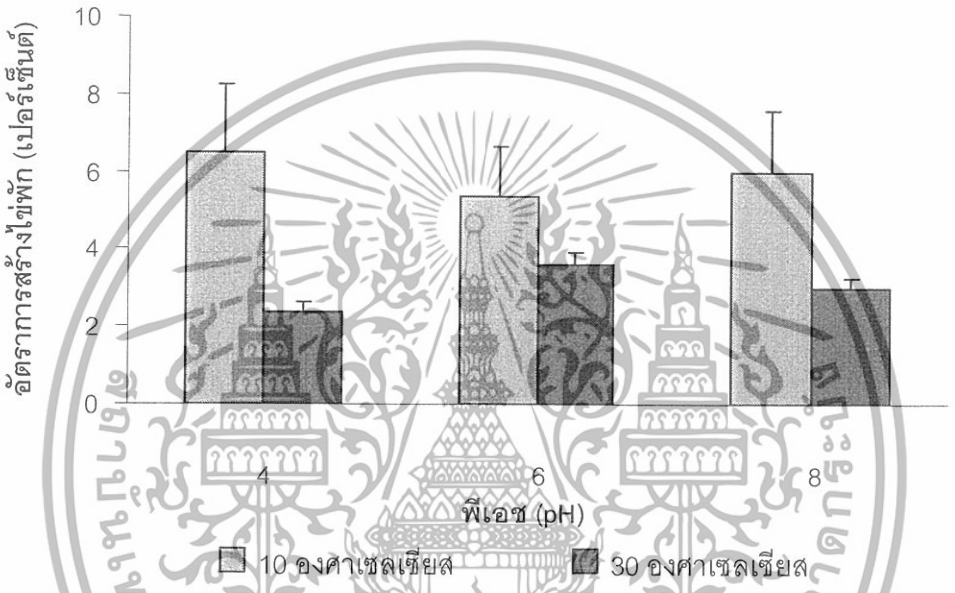
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99329

**ตารางที่** 4 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักไรแดงที่ระยะเวลาการได้รับแสง 24 ชั่วโมง

| pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | |
|---|---|---|
| | 10 | 30 |
| 4 | 6.50 ± 1.772 [a] | 2.37 ± 0.273 [a] |
| 6 | 5.38 ± 1.262 [a] | 3.63 ± 0.273 [a] |
| 8 | 5.98 ± 1.584 [a] | 2.97 ± 0.286 [a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)




**ภาพที่** 8 อัตราการสร้างไข่พักที่ระยะเวลาการให้แสงที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

อุณหภูมิที่ไรแดงสามารถสร้างไข่พักได้มากที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไรแดงไม่สามารถสร้างไข่พักได้เนื่องจากไม่สามารถทนอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำมากได้ และเป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่เหมาะในการผสมพันธุ์ของไรแดง

## ข้อเสนอแนะ

อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้น พบว่าเมื่อเทียบกับไรแดงที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติแล้วสามารถสร้างไข่พักได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้ามีการทดลองในครั้งต่อไปควรให้แสงในปริมาณที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติ และควรเลี้ยงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอาจทำให้ได้ไข่พักในปริมาณที่มากขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

Hasler, A. D. 1937. Methods for culturing *Daphnia*. Culture Methods for Invertebrate Animals. Dover Publications, Inc., New York. 590 p.

Jana, B. B. and L. Chakrabarti. 1999. Dark induced reproductive inhibition of *Daphnia carinata* during the 1995 solar eclipse. Limnologica. 29 : 191-194 p.

Lagerspetz, K. Y. H. 2000. Thermal avoidance and preference in *Daphnia magna*. Journal of Thermal Biology. 25 : 405-410 p.

Makrushin, A. V. 1996. Anhydrobiosys in diausing embryos of invertebrate. Proceedings of the XIV Workshop on Genetic Resource Conservation. 28–30 May :122–123 p.

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

Sakata, M., T. Kawasaki, T. Shibue, A. Takada, H. Yoshimura and H. Namiki. 2006. Magnetic characterization of *Daphnia* resting eggs. Biochemical and Biophysica Research Communications. 351 : 566-570 p.

Zhang, L. and K. N. Bear. 2000. The influence of feeding, photoperiod and selected solvents on the reproductive strategies of the water flea, *Daphnia magna*. Environmental pollution. 110 : 425-430 p.

http://yalor.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G13/SEMPPT/Ptb_404652050.ppt

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

ลัดดา วงศ์รัตน์ ประวิทย์ สุรนีรนารท และประจิตร วงศ์รัตน์. 2524. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานการวิจัย. ภาควิชาชีววิทยาประมง. คณะประมง. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. 64 น.

สันทนา ดวงสวัสดิ์ ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสมเพชร ไชยทอง. 2529. การศึกษาชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน. เอกสารงานนิเวศวิทยา ฉบับที่ 1/2524. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง. กรุงเทพมหานคร.14 น.

สำรวย เสร็จกิจ. 2531. การทดลองผลิตไข่ไรแดง. วารสารการประมงฉบับที่ 5 กันยายน – ตุลาคม 2531 : 481 – 484 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ และศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2547. การผลิตไข่พักของไรแดงภายใต้สภาวะการควบคุมระดับพีเอชและแอมโมเนีย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(2) : 65 - 75 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

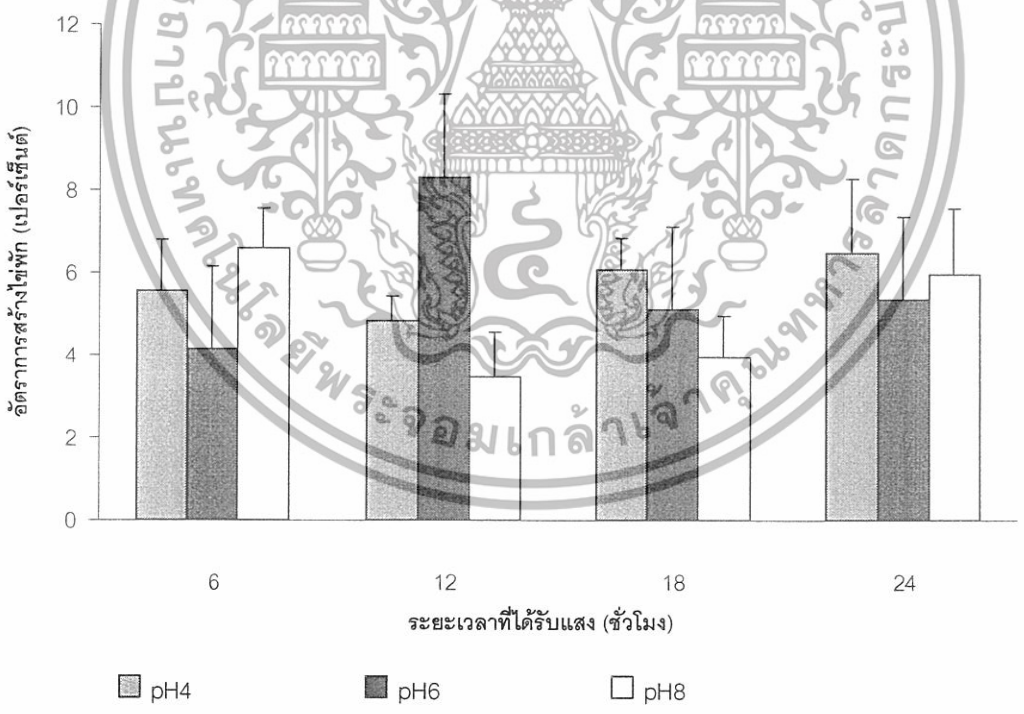
## ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่** 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

| แสง ( ชม. ) | pH | | |
|---|---|---|---|
| | 4 | 6 | 8 |
| 6 | 5.55 ± 1.262[a] | 4.16 ± 0.794[a] | 6.59 ± 0.968[a] |
| 12 | 4.85 ± 0.606[a] | 5.23 ± 0.900[a] | 3.47 ± 1.079[a] |
| 18 | 6.07 ± 0.758[a] | 5.11 ± 0.740[a] | 3.98 ± 0.965[a] |
| 24 | 6.50 ± 1.772[a] | 5.38 ± 1.262[a] | 5.98 ± 1.584[a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)




**ภาพผนวกที่** 1 อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

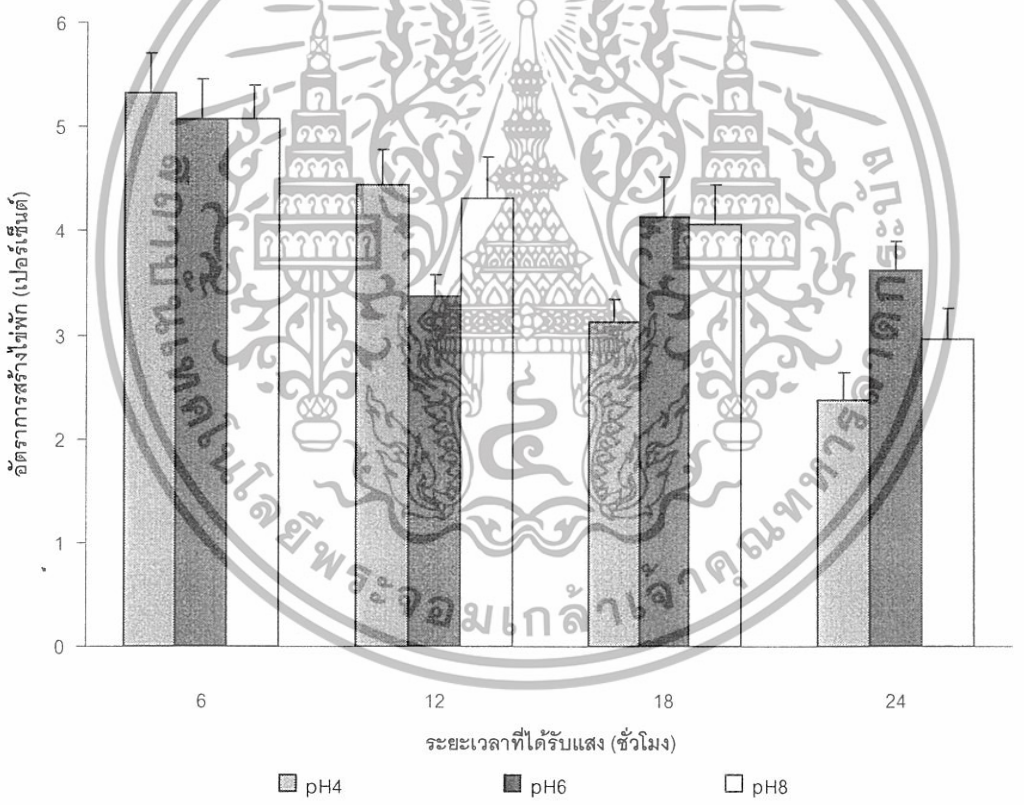
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (control)

| แสง ( ชม. ) | pH | | |
|---|---|---|---|
| | 4 | 6 | 8 |
| 6 | 5.32 ± 0.382 [a] | 5.07 ± 0.389 [a] | 5.07 ± 0.323 [a] |
| 12 | 4.44 ± 0.349 [a] | 3.37 ± 0.216 [a] | 4.31 ± 0.392 [a] |
| 18 | 3.12 ± 0.228 [a] | 4.13 ± 0.389 [a] | 4.06 ± 0.379 [a] |
| 24 | 2.37 ± 0.273 [a] | 3.63 ± 0.273 [a] | 2.97 ± 0.286 [a] |

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)




**ภาพผนวกที่** 2 อัตราการสร้างไข่พักของไรแดงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 3 จำนวนเปอร์เซ็นต์ไข่พักของไรแดง

| การได้รับแสง (ช.ม.) | pH | อุณหภูมิ ( ˚C ) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | | | 10 | | | 15 | | | Control ( อุณหภูมิห้อง ) | | |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 4.16 | 4.42 | 8.07 | 0 | 0 | 0 | 4.69 | 5.26 | 6.01 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 2.60 | 5.20 | 4.68 | 0.22 | 0 | 0 | 5.63 | 5.26 | 4.32 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 4.68 | 7.81 | 7.29 | 0.22 | 0 | 0 | 4.51 | 5.63 | 5.07 |
| 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 4.68 | 5.98 | 3.9 | 0 | 0 | 0 | 4.88 | 3.75 | 4.69 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 8.33 | 9.89 | 6.77 | 0 | 0 | 0 | 3.88 | 3.75 | 3.00 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 4.42 | 1.32 | 4.68 | 0 | 0 | 0 | 4.13 | 5.07 | 3.75 |
| 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 4.68 | 6.25 | 7.29 | 0.22 | 0 | 0 | 2.81 | 3.57 | 3.00 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 3.64 | 5.72 | 5.98 | 0 | 0 | 0 | 3.94 | 4.88 | 3.75 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 2.08 | 5.20 | 4.68 | 0 | 0 | 0 | 4.13 | 4.69 | 3.38 |
| 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 9.11 | 3.12 | 7.29 | 0.22 | 0 | 0 | 1.87 | 2.81 | 2.44 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 2.86 | 6.51 | 6.77 | 0 | 0 | 0 | 4.13 | 3.19 | 3.57 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 6.25 | 8.59 | 3.12 | 0 | 0 | 0 | 2.81 | 3.75 | 3.00 |

หมายเหตุ : ที่ pH 2 เมื่อใส่ไรแดงลงในขวดทดลองไรแดงตาย 100 %

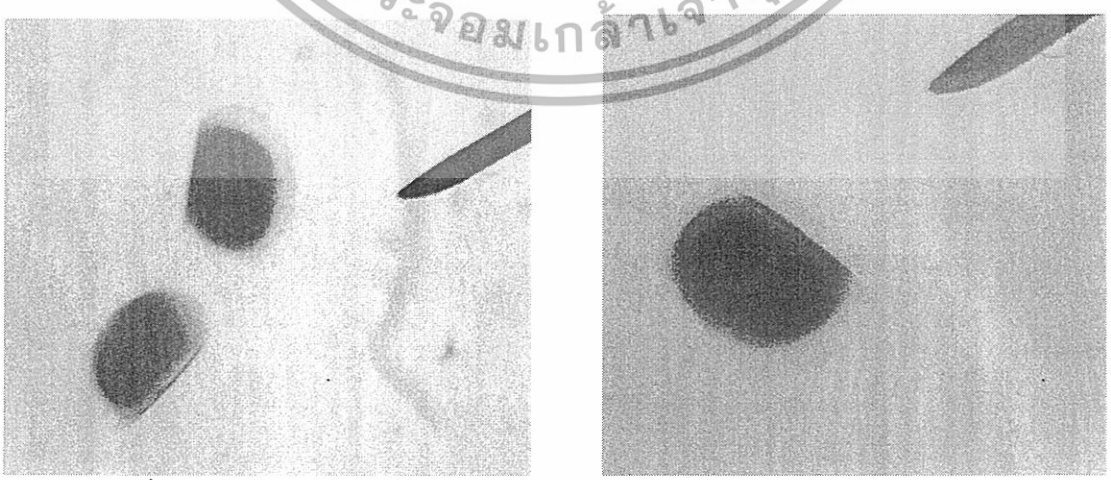
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 4 การนับจำนวนไรแดงก่อนปล่อยลงในขวดทดลอง

| นับครั้งที่ | 15˚C | 10˚C | 5˚C | Control (อุณหภูมิห้อง) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 438 | 416 | 425 | 540 |
| 2 | 459 | 356 | 411 | 524 |
| 3 | 413 | 382 | 456 | 532 |
| เฉลี่ย | 436.66 ± 13.295 | 384.66 ± 17.371 | 430.66 ± 13.295 | 532 ± 4.168 |

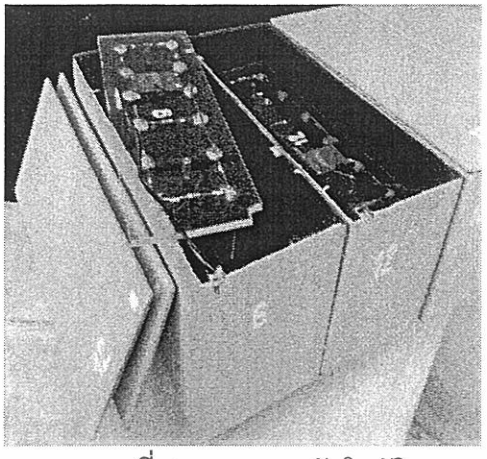
**ตารางผนวกที่** 5 ตารางANOVA

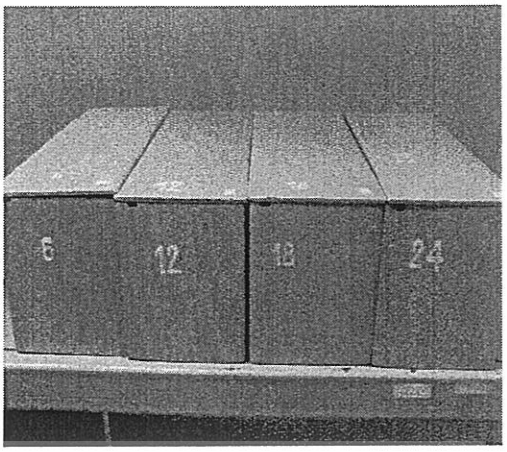
| ANOVA | df | SS | MS | F | Sig |
|---|---|---|---|---|---|
| อุณหภูมิ | 2 | 578.507 | 289.253 | 214.740 | 0.000 |
| แสง | 3 | 5.617 | 1.872 | 1.390 | 0.253 |
| pH | 2 | 0.954 | 0.477 | 0.354 | 0.703 |
| อุณหภูมิ * แสง | 6 | 18.332 | 3.055 | 2.268 | 0.046 |
| อุณหภูมิ *pH | 4 | 4.136 | 1.034 | 0.768 | 0.550 |
| แสง * pH | 6 | 11.711 | 1.952 | 1.449 | 0.208 |
| อุณหภูมิ * แสง * pH | 12 | 43.980 | 3.665 | 2.721 | 0.004 |



**ภาพผนวกที่** 3 ลักษณะของไข่พักไรแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้






**ภาพผนวกที่** 4 ชุดควบคุมอัตโนมัติ

**ภาพผนวกที่** 5 บ่อที่เลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้