

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงไรแดงในร่มและการผลิตไข่ฟัก

นางรุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยประจำปี 2550 (ประเภทเงินรายได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงไรแดงในร่มและการผลิตไข่ฟัก

(Cultural Technology of Water Flea *Moina macrocopa* and Cyst Production)



โดย

นางรุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ. ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง จ. กรุงเทพฯ

โทรศัพท์ 02-327-2964 โทรสาร 02-3272964

RCH

QL

444

.B83

56214

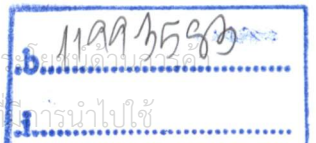
เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 84504

วันเดือนปี 13 ต.ค. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทคัดย่อ

การทดลองเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วปล่อยพักไว้นาน 6 วัน ควรเลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่น 1 ตัวต่อมิลลิลิตร และควรมีการเปลี่ยนน้ำที่ใช้เลี้ยงหลังจากการเลี้ยง นาน 3 วัน สำหรับการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ในร่มหรือในพื้นที่ขนาดใหญ่ควรปล่อยพักน้ำนมดิบหลังจากที่ ละลายในน้ำแล้วประมาณ 2 วัน ก่อนปล่อยไรแดงลงเลี้ยง โดยควรปล่อยไรแดงเริ่มต้นประมาณ 10 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน และระดับน้ำที่ปล่อยเลี้ยงควรสูงจากพื้นบ่อประมาณ 10-30 เซนติเมตร สำหรับการผลิตไขพักไรแดงด้วยการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ พบว่ายังไม่สามารถผลิตได้ เนื่องจากจำนวน ไรแดงที่ผลิตไขพักแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Study on water flea (*Moina macrocopa*) reared by using raw milk 5 ml/L. The incubation time for laboratory scale and large scale were 6 days and 2 days, respectively. In laboratory scale, the resulted that 1 individual/liter for initial density, culture media should be discharged in 3 day intervals. In large scale, the initial stocking density was 10 grams/liter and water level for moina culture should be approximately 10-30 centimeters height. Cyst production by using temperature induction was not successful (showed not different significant between treatment and control groups).



คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย

การเลี้ยงไรแดง น้านมดิบ ห้องปฏิบัติการ บ่อซีเมนต์ การผลิตไข่พัก

Moina culture, fresh milk, laboratory scale, cement pond scale, cyst production

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vi
บทนำ	1
สำรวจเอกสาร	4
วิธีดำเนินการวิจัย	12
ผลการทดลอง	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวไรแดงในแต่ละวันที่เลี้ยงในแต่ละระดับความหนาแน่น	16
ตารางที่ 2 อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงที่เลี้ยงเริ่มต้นด้วยความหนาแน่นต่างกัน	17
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ที่ระดับความหนาแน่น เริ่มต้นแตกต่างกัน	18
ตารางที่ 4 อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงในแต่ละวันที่เลี้ยงเริ่มต้นด้วย ความหนาแน่นแตกต่างกัน	19
ตารางที่ 5 จำนวนตัวไรแดงที่มีชีวิต ตายและผลผลิตไข่ฟักในระหว่างการทดลอง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	20
ตารางที่ 6 เปอร์เซนต์ของจำนวนไรแดงที่มีชีวิต ไรแดงที่ตาย และที่ผลผลิตไข่ฟัก	21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพโดยรวมการผลิตไรแดงด้วยนมผงและนมหมักกรด หรือ นมวัววัยอ่อน	2
ภาพที่ 2 การผลิตไรแดงแบบเดิม หรือบ่อกลางแจ้ง	11
ภาพที่ 3 การผลิตไรแดงแบบใหม่ หรือแบบบ่อในร่ม	11
ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์	13
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบการผลิตไซฟักจากการเลี้ยงไรแดงที่อุณหภูมิต่างกัน	15
ภาพที่ 6 จำนวนตัวไรแดงที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบในแต่ละวัน	16
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละวัน	17
ภาพที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนตัวไรแดงในแต่ละวันของการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นเริ่มต้นต่างกัน	18
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละระดับความหนาแน่น/ระดับน้ำที่แตกต่างกัน	19
ภาพที่ 10 เปรียบเทียบจำนวนไรแดงที่มีชีวิต ไรแดงที่ตาย และไรแดงที่ผลิตไซฟัก	21

บทนำ

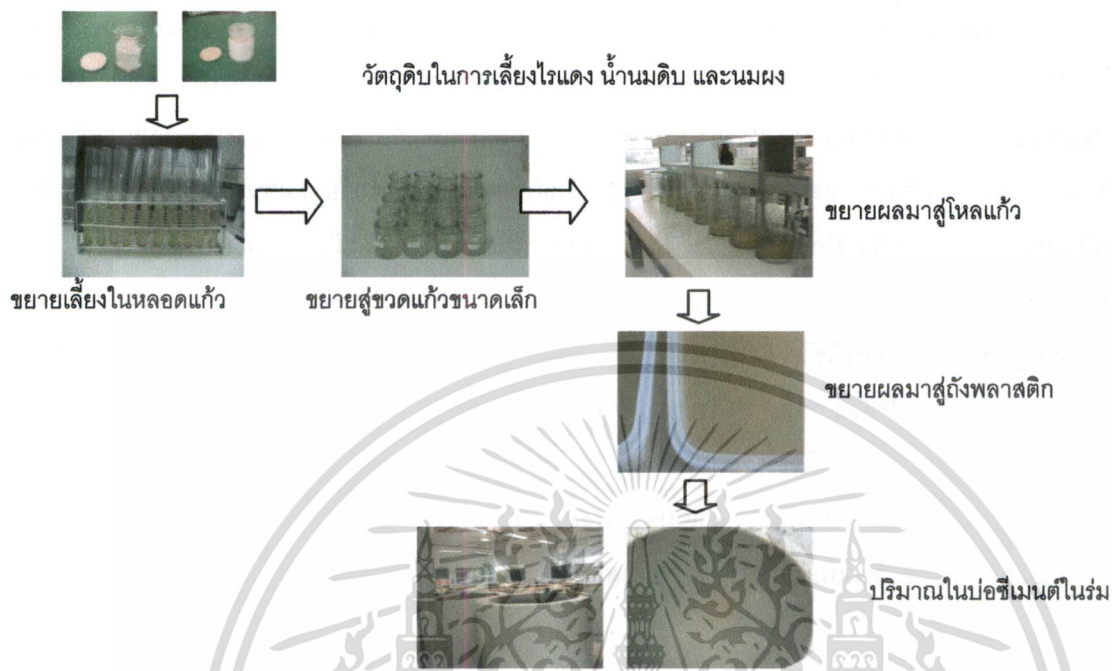
ไรแดงพบได้ทั่วไปในน้ำจืด ทั้งห้วย หนอง คลอง บึงทั่ว ๆ ไป มีพฤติกรรมการกรอกกินอาหาร ที่ไม่เลือกชนิดอาหาร ไม่ว่าจะเป็นโปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่า แพลงก์ตอนพืช และอินทรีย์ สารที่เน่าเปื่อย (Stuart and Benta, 1931 ; Brooks, 1957 ; Pennak, 1978) ตัวอ่อนไรแดงจะมีขนาด กว้างประมาณ 0.27 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 0.53 มิลลิเมตร เมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดกว้างประมาณ 0.6 มิลลิเมตร และยาว 1.04 มิลลิเมตร ไรแดงสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงที่นิยมใช้ออนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน (สันทนา และคณะ, 2524) ทั้งในกลุ่มปลาสวยงามและสัตว์น้ำจืด ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยสามารถใช้ไรแดงเป็นอาหารได้ทั้งในรูปอาหารมีชีวิต หรือเพิ่งตายใหม่ ๆ หรือสภาพแช่แข็ง ในการเพาะเลี้ยงไรแดงเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้แพลงก์ตอนพืช คือ คอลเรลล่าเป็น แหล่งอาหารของไรแดง โดยชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงคอลเรลลานั้นจะแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ และกากเหลือจากโรงงาน การใช้รำละเอียดหมัก น้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำตาลหัวเหลือง วัตถุดิบอาหาร สัตว์ชนิดต่าง ๆ รวมถึงการใช้เลือด วัวผสมดิน หรือการใช้ มูลไก่ เป็นต้น (ลัดดา และคณะ, 2524; สำรวย, 2531; ทวีและเรวดี, 2538)

ถึงแม้ว่าสามารถเลือกใช้วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ในการเพาะเลี้ยงคอลเรลล่าได้ แต่การเพาะเลี้ยง ไรแดงก็ยังคงประสบกับปัญหาหลัก คือ แสงแดดไม่พอเพียงในบางช่วง จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณไรแดง ที่ผลิตได้มีปริมาณไม่สม่ำเสมอ และส่งผลทางอ้อมต่อการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนไม่ว่าจะเป็นปลาเศรษฐกิจหรือลูกปลาสวยงามก็ตาม รุ่งตะวัน (2548และ2549) เพาะเลี้ยงไรแดงในร่มโดยไม่จำเป็นต้องใช้แสงแดด / คอลเรลล่าในการเลี้ยงไรแดง โดยเลี้ยงไรแดงในห้องปฏิบัติการได้ด้วย นมผงระดับความเข้มข้น 400-500 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำนมดิบที่ระดับความเข้มข้น 5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร หมักไว้ที่อุณหภูมิห้อง นานประมาณ 6 วัน หลังจากนั้นปล่อยให้ไรแดงประมาณ 10-20 ตัวต่อลิตร ตามภาพที่ 1

นมหมักกรดหรือนมวัววัยอ่อน คือ น้ำนมดิบ (fresh milk) ที่เกษตรกรผลิตได้จากแม่โคที่มี ปัญหา ด้านนมอักเสบ และนมมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง จึงทำให้เกษตรกรต้องทิ้งไป เพราะโรงนมหรือสหกรณ์โคนมไม่สามารถที่จะรับซื้อไว้ได้ เนื่องจากน้ำนมดิบเหล่านี้มีคุณภาพต่ำ จึงทำให้เกษตรกรขาดรายได้ ซึ่งปริมาณน้ำนมดิบที่ตรวจสอบแล้วไม่ผ่านแอลกอฮอล์เทสท์ มีทั้งหมดประมาณ 50 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 625,000 บาทต่อวัน นมหมักกรดหรือนมวัววัยอ่อน คือ น้ำนม ดิบที่มีจุลินทรีย์สูงนำมาเก็บรักษาไว้ด้วยกรดน้ำส้มสายชู (acetic acid) ใช้น้ำส้มสายชู 2 มิลลิกรัมต่อ น้ำนมดิบ 1 ลิตร ซึ่งส่วนใหญ่นำมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงลูกโค ตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งอายนม (ไพบูลย์ และสม, 2546) ดังนั้นการนำน้ำนมดิบที่มีคุณค่าเพื่อมาผลิตไรแดง จึงเป็นทางออกที่ดียิ่ง สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงนมอาจจะโดยการผลิตไรแดงโดยตรง หรือจำหน่ายให้แก่เกษตรกรผู้ประกอบ อาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งมีหลาย ๆ จังหวัดในประเทศไทย มีเกษตรกรบางส่วนที่ประกอบอาชีพ การเลี้ยงโคนมและบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ไม่ว่าจะเป็นปลาเศรษฐกิจ หรือ ปลาสวยงามในหลาย ๆ จังหวัด เช่น ราชบุรี เพชรบุรี ชุมพร เป็นต้น



ภาพที่ 1 ภาพโดยรวมการผลิตไรแดงด้วยนมผงและนมหมักกรด หรือ นมวัววัยอ่อน (โครงการวิจัยระยะที่ 1 และ 2 ภายใต้งบประมาณเงินได้ภาคพิเศษ จากหน่วยงานต้นสังกัด)

เนื่องจากไรแดงมีพฤติกรรมการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ในกรณีที่ต้องการผลิต cyst หรือไข่ฟักไรแดงนั้นจำเป็นต้องสร้างเงื่อนไขต่าง ๆ ไม่ให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัจจัยของอุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ซึ่งในสภาพของ เงื่อนไขดังกล่าว ไรแดงจะผลิตไข่ฟักได้ คุณสมบัติของไข่ฟักนี้สามารถที่จะเก็บรักษา ไว้ได้นาน (สำรวย , 2531; [http:// www.efish2u.com/_FishInfo/Food003.htm](http://www.efish2u.com/_FishInfo/Food003.htm); <http://web.ku.ac.th/agri/raired/detail.htm>) การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งประเด็นอุณหภูมิเป็นหลัก เนื่องจากนมหมักกรดที่ได้ทดลองเลี้ยง ไรแดง จาก งานวิจัยที่ผ่านมา ๆ มา นั้น พบว่าถึงแม้ว่าจะมี pH ต่ำกว่า 4 ไรแดงยังสามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับไรแดงที่ศึกษาในครั้งนี้ เน้น ชนิด *Miona macrocopa* ซึ่งเป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด เกษตรกรนิยมนำมาอนุบาลสัตว์น้ำ วัยอ่อน ใช้บ่อในร่มที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชา วิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นสถานที่สำหรับการผลิตไรแดงในร่ม ประโยชน์ ที่คาดว่าจะได้รับ คือ ได้เผยแพร่ความรู้ การเลี้ยงไรแดงแบบใหม่แก่เกษตรกร ได้เผยแพร่ผลงานในวารสารทางด้านเกษตรศาสตร์ สำหรับเป็นแหล่งข้อมูลด้านวิชาการแก่เกษตรกรและผู้สนใจ รวมทั้งเป็นข้อมูล พื้นฐาน ในการวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- (1) ศึกษาระดับความหนาแน่นและปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบ
- (2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไขพักไรแดงที่อุณหภูมิต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดงมีขนาด 0.4-1.8 มิลลิเมตร ตัวมีสีแดงเรื่อๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก จะเห็นเป็นกลุ่ม สีแดงชัดเจน โดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย ไรแดงสามารถผลิต haemoglobin เพิ่มปริมาณมากขึ้นเพื่อใช้รับออกซิเจน จึงมองเห็นไรแดงมีสีเข้มมากขึ้น ไรแดงมีส่วนหัวกว้าง มีตา รวมขนาดใหญ่ มีแอ่งที่ชอกคอ (cervical sinus) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่สันไม่แบ่งเป็นปล้อง ตรงปลาย หนวดคู่แรกมีขนาดเล็กๆ 5-6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก (sense hair) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ตรงปลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนง จะมีจำนวนปล้องไม่เท่ากัน โดยแขนงแรก มี 3 ปล้อง และแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนด้านหลังมีหนามเล็กๆที่ postabdomen มีหนามแหลม 9 อัน เรียงกันเป็น แถวหนามอันแรกอยู่ใกล้ฐานของ postabdominal spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยก เป็น 2 แฉก เรียก bident (สันทนา , 2529)

ลักษณะของไรแดงเพศเมีย

ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่า ลำตัวไรแดงปกคลุมด้วยเปลือกไข เปลือกมีลักษณะเป็นแผ่น ขึ้นเดี่ยว แต่งอทับตรงด้านหลังของไรแดงและเปิดออกตรงด้านท้อง โดยมากที่หัวและเปลือกหุ้มลำตัว มีขนบางๆ ปกคลุมขนบนหัวด้านหลังยาวกว่าขนที่บริเวณอื่น ยกเว้นในตัวเมียที่กำลังสร้างไข่ จะไม่มีขน บนเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะในบริเวณส่วนหลัง หัวมีลักษณะกลมไม่มีแอ่งเหนือตา ยกเว้นในไรแดง ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น มีตาประกอบ (compound eye) ซึ่งเป็นอวัยวะรับแสง 1 อัน ประกอบด้วยจุดสีดำ ขนาดใหญ่ล้อมรอบด้วยเลนส์ใสๆ หลายอัน ตาประกอบสามารถกลอกไปมา โดยอาศัยกล้ามเนื้อตา ทั้ง 6 มัด ขนาดตาประกอบมีขนาดปานกลาง ตำแหน่งของตาประกอบอยู่บริเวณกึ่งกลาง ของหัว ที่ส่วนหัวมีรยางค์ 2 คู่ คือ หนวดคู่ที่ 1 มี 2 เส้น เป็นแบบ uniramous รูปร่างคล้ายบูหรี่หรือจิการ์ รอบหนวดมีขนสั้นซึ่งมีหน้าที่รับความรู้สึก (sensory hairs) อยู่เรียงกันเป็นวงตลอดความยาวของหนวด ที่ด้านข้างซึ่งตรงจุดกึ่งกลางของ หนวดมีขนแข็งรับความรู้สึกขนาดค่อนข้างยาว 1 เส้น นอกจากนี้ที่ ปลายสุดของหนวดคู่ที่ 1 ยังมีกลุ่ม ขนแข็งขนาดสั้นๆ เรียกว่า olfactory setae หนวดคู่ที่ 2 มี 2 เส้น และมีขนาดใหญ่กว่าหนวดคู่ที่ 1 เป็นแบบ biramous บนหนวดคู่นี้มีขนสั้นเรียงกันเป็นวงตลอดความ ยาวของหนวด เป็นอวัยวะสำคัญในการว่ายน้ำเนื่องจากมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ หนวดแต่ละเส้น ประกอบด้วยส่วนฐาน (basipod) โคนของส่วนฐานมีขนที่รับความรู้สึก 2 เส้น สันนิษฐานว่ามีหน้าที่ ตรวจสอบ ความแรงของกระแสน้ำที่พัดผ่านตัว นอกจากนี้ที่ปลายของส่วนฐานยังมีขนรับความรู้สึกอีก 1 เส้น ส่วนฐานแบ่งออกเป็น 2 แขนง (rami) แขนงบนเรียกว่า exopod แขนงล่างเรียกว่า endopod ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ปล้อง ปล้องที่ 1 มีขนาดสั้นที่สุด ปล้องนี้ไม่มีเส้นขนนกขนาดยาว (plumose setae) ที่ช่วยในการว่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และหนามแข็ง อีก 1 อัน ปากอยู่ที่ส่วนหัว ส่วนประกอบของปากประกอบด้วย มีขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแผ่น 1 อัน มี mandibles 1 คู่ maxillae, maillae และริมฝีปาก mandibles ซึ่งมีอยู่ 1 คู่ จะเชื่อมติดกันเป็นแผ่นเดียว ส่วนนี้เป็นส่วนที่แข็งแรงเพราะเป็นขอบที่แข็งและคม ช่วยในการบดเคี้ยวอาหาร maxillule มี 1 คู่ ขนาดเล็กอยู่ที่ด้านข้างของลำตัวคือ อยู่ระหว่าง mandibles และริมฝีปาก maxillule มีรูปร่างค่อนข้างแหลมตรงปลายมีขนโค้งๆ หลายเส้น หน้าที่ของ maxillule คือช่วยดันอาหารให้เข้าไปใน mandibles ส่วนประกอบของปากชั้นสุดท้ายคือ maxillae ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีหน้าที่ในการกินอาหาร แต่ช่วย เปิดต่อมขับถ่ายของเสีย (excretory organ) รูปร่างของเปลือกหุ้มลำตัวเป็นรูปไข่ รูปหกเหลี่ยมหรือร่างแห ซึ่งมีขนบางๆ อยู่เรียงกันบนเส้นขนาน ของลำตัวดังกล่าว ตรงมุมบนของเปลือกมีขอ 2 อันที่ขอบด้านท้องของเปลือก มีขนแข็งๆ จำนวน 55 - 65 อัน ขนตรงส่วนหน้ามีความยาวมากกว่าขนที่ส่วนท้าย ผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวบางกว่าผิวนอกมาก ผิวของเปลือกหุ้มลำตัวโดยเฉพาะด้านใน มีหน้าที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การหมุนเวียนของโลหิตเกิดที่ช่องว่างระหว่าง ผิวด้านในและผิวด้านนอกของเปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวของไรแดงไม่ติดกับ เปลือกหุ้มลำตัว ลำตัวแบ่ง ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนอก (thorax) ซึ่งมีขา ที่ส่วนอกจำนวน 5 คู่ และส่วนท้อง (abdomen) ทางเดินอาหารซึ่งเริ่มต้นจากส่วนหัว มีลักษณะเป็น ท่อค่อนข้างตรงพาดไปตามความยาวของลำตัว ที่ด้านข้างของกึ่งกลางทางเดินอาหารเป็นที่ตั้งของอวัยวะ สืบพันธุ์ที่มีโครงสร้างอย่างง่ายๆ ท่อทางเดินอาหารของไรแดงเห็นได้ยาก เนื่องจากปากที่ต่อกับคอหอย (esophagus) ซึ่งเป็นช่องแคบๆ แล้วถึงกระเพาะอาหาร ซึ่งกว้างกว่าส่วนคอหอยต่อจากกระเพาะอาหารเป็นลำไส้ ส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหาร คือ rectum และของเสียจะถูกปล่อยออกภายนอกที่รูก้น (anus) ซึ่งอยู่ด้านท้องของโพสแอบโดเมน ทางเดินอาหารมักมีอาหารบรรจุอยู่เต็ม

เนื่องจากไรแดงเป็นสัตว์ที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา ไรแดงกินอาหาร โดยวิธีการกรองจากน้ำ (filter feeding) ลักษณะขาที่ส่วนอกทั้ง 5 คู่ มีดังนี้ ขาคู่ที่ 1 มีขนาดเล็ก ไม่มี exopod มีจำนวนของเส้นขน (hairs and setae) น้อยที่สุดส่วนโคนไม่มี gnatobase แต่มีส่วน epipodite ขนแข็งเส้นบนสุด ซึ่งอยู่บนปล้อง penultimate มีซี่ฟันเรียงเป็นแถวที่ด้านนอกของขน และขนแข็งเส้นนี้เป็นลักษณะเด่น ของไรแดง ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนแม้ว่าจะถูกปกคลุมด้วยเปลือกหุ้มตัวก็ตาม ขาคู่ที่ 1 มีหน้าที่ ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัว ขาคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าขาคู่ที่ 1 บนส่วนของ gnatobase ของ basipod มีลักษณะเป็นพู บนพูนีมีเส้นขนนกเรียงกันเป็นแถว ขาคู่ที่ 2 มีหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านในของเปลือกหุ้มลำตัวเช่นเดียวกับขาคู่ที่ 1 ขาคู่ที่ 3 และขาคู่ที่ 4 มีลักษณะคล้ายกัน แต่ขาคู่ที่ 3 มีขนาดใหญ่กว่า ขาคู่ที่ 2 คู่นี้มีเส้นขนนกบนส่วนของ endopod ลักษณะคล้ายซี่หวี จึงมีหน้าที่สำคัญในการกรองอาหาร ขาคู่ที่ 3 และ 4 ไม่มีส่วนของ gnatobase ที่โคนขา ขาคู่ที่ 5 มีขนาดเล็กที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

endopod แบ่งเป็นปล้อง 1 – 2 ปล้อง exopod มีขนาดใหญ่มีหน้าที่ช่วยในการกระพุ่มน้ำ โฟสแอบโดเมนอยู่ส่วนท้ายของลำตัว มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนกว้าง ลักษณะเป็นรูปกรวย ตรงมุมบนของส่วนนี้มีขนาดยาวมาก 2 เส้น เรียกว่า abdominal setae และบริเวณนี้ยังมีขนสั้นๆ เรียงกันเป็นแถวจำนวนหลายแถวอีกด้วย ปลายสุดของ โฟสแอบโดเมนมีอวัยวะหรือ claw โค้งๆ 2 อัน ด้านเว้าของอวัยวะดังกล่าวมีซี่ฟันขนาดเล็กเรียงกัน 1 แถว ถัดจากอวัยวะมีซี่ฟันรูปสองแฉก 1 ซี่ และยังมีฟันรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีขอบเป็นจักคล้ายขนนกจำนวน 9 – 11 ซี่ ฟันทั้งหมดอยู่ที่ ขอบของโฟสแอบโดเมนระหว่างอวัยวะและ bident อาจมีหนามสั้นๆ 2 – 3 อันก็ได้ โฟสแอบโดเมนมีหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำ หรือกำจัดเศษอาหารออกจากลำตัว ผักชี หรือ ephippium ประกอบด้วยซี่จำนวน 2 ฟอง แต่ละฟองมีรูปร่างคล้ายอานม้าซึ่งระยะแรกซี่ทั้ง 2 ฟอง จะเรียง ตัวกันในแนวราบทำให้ดูเหมือนกับว่ามีเพียงฟองเดียวเท่านั้น แต่เมื่อไซแก่มันจะเรียงกันในแนวตั้ง จึงทำให้เห็นว่ามี 2 ฟองอย่างชัดเจนซี่ของ ephippium เป็นสีน้ำตาล และมีลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือรูปหกเหลี่ยม

ลักษณะของไรแดงเพศผู้

เปลือกหุ้มลำตัวรูปไข่และปกคลุมด้วยขนบางๆ ขนบนหลังมีขนาดยาวกว่าขนที่ท้อง แต่จำนวนของบนส่วนหัวจะน้อยกว่าส่วนอื่นของเปลือกหุ้มลำตัว หัวมีขนาดใหญ่ไม่มีแฉงเหนือตา ตาประกอบขนาดใหญ่กินเนื้อที่เกือบทั้งหมดของส่วนหัว จุดตั้งต้นของหนวดคู่ที่ 1 อยู่ใต้ด้านหน้า ของหัวหรือ อยู่ใต้ตาประกอบ หนวดคู่ที่ 1 มีขนาดยาวมาก ตรงกึ่งกลางของหนวดจะโค้งเข้าหาลำตัว และปลายสุด มีขอสั้นๆ 4 – 6 ขออยู่เรียงกันเป็นวงล้อมรอบปุ่มรับรู้ความรู้สึก (sensory papillae) ขอเหล่านี้มีหน้าที่ ช่วยในการผสมพันธุ์ของไรแดง ส่วนหัวของตัวแยกออกจากเปลือกหุ้มลำตัว โดยมีร่อง (groove) ตื้นๆ ซึ่งร่องนี้เห็นชัดในตัวผู้มากกว่าตัวเมีย บนเปลือกหุ้มลำตัวของตัวผู้มีลาย เป็นร่างแหเช่นเดียวกับตัวเมีย บนเส้นขนานของร่างแหจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ที่ขอบด้านหน้าของเปลือกหุ้มลำตัวมีขอสั้นๆ มุมละ 1 อัน มีหน้าที่ยึด abdominal setae ที่ส่วนบนของโฟสแอบโดเมน ขาคู่ที่ 1 ของไรแดงตัวผู้มีขอขนาดใหญ่และโค้ง 1 อัน มีหน้าที่สำคัญในการจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ ขอนี้ตั้งอยู่บนส่วนของ penultimate ซึ่งมีขนบาง ๆ จำนวนมากปล้องสุดท้ายของขาคู่ที่ 1 มีขนาดยาวไม่เท่ากันจำนวน 3 เส้น เส้นที่อยู่ กลางมีลักษณะคล้ายขอ ส่วนขนอีกสองเส้นมีลักษณะคล้ายขนนก ปลายสุดของ exopod ของขาคู่นี้ มีขนอีก 1 เส้น ขนาดยาวมาก คือยาวจนจรดขอบด้านท้องของเปลือกหุ้มลำตัว หรืออาจยาวมากกว่าก็ได้ นอกจากนี้ ขอนี้ยังโค้งขนานไปกับขอบด้านท้องอีกด้วย โฟสแอบโดเมนของตัวผู้มีรูปร่างลักษณะคล้าย ตัวเมีย เช่น มีขนที่ด้านบนและมีซี่ฟันลักษณะคล้ายขนนกที่ขอบล่างของโฟสแอบโดเมน จำนวน 7 – 10 ซี่ เป็นต้น ส่วนที่แตกต่างจากเพศเมียคือ ส่วนล่างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมนั้น มีฐานของรูปสามเหลี่ยมยาว กว่าและที่ตั้งของอวัยวะอยู่ที่กึ่งกลางส่วนล่างของโฟสแอบโดเมน ช่องเปิดเซลล์สืบพันธุ์มี 2 ช่อง อยู่ที่ด้าน ท้องของอวัยวะหรือบริเวณส่วนโคนของอวัยวะ testes ตั้งอยู่ 2 ข้างของลำไส้ มีขนาดเล็ก ภายใน มีเซลล์สืบพันธุ์ ลักษณะใสๆ รูปร่างของเซลล์สืบพันธุ์แบบเป็นแบบแท่ง (rod shape)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกเพศของไรแดง

การแยกเพศของไรแดง จะสังเกตได้จากไรแดงเพศผู้จะมีรูปร่างเล็กและยาวเรียกว่าไรแดงเพศเมีย ไรแดงเพศผู้มีขนาดประมาณ 0.5 – 0.8 มิลลิเมตร รัยวงค์ขาครุแรกมีขนาดใหญ่อและมีตะขอสำหรับ ยึดเกาะผสมพันธุ์กับเพศเมีย หนวดครุแรก (antennules) ยาวกว่าเพศเมีย 1 เท่า ที่ปลายหนวด จะมีขนเป็น ตะขอเล็กๆ อยู่ 5 อัน ส่วนไรแดงเพศเมียมีขนาดใหญ่มากกว่าเพศผู้และมีลำตัวอ้วนเกือบกลม มีขนาด ประมาณ 1.0 – 1.5 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ไรแดงที่พบทั่วๆ ตามแหล่งน้ำนั้นจะเป็นไรแดงเพศเมีย โดยจะ พบว่าเมื่อโตเต็มที่แล้วจะมีตัวอ่อนอยู่ภายในถุงหน้าท้องประมาณ 4 – 5 ตัว บางครั้งสามารถ สังเกตเห็นไข่ ที่กำลังเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนอยู่ภายในถุงหน้าท้องด้วย (Pennek , 1978)

ไรแดงจะขยายพันธุ์ด้วยการออกลูกเป็นตัว (parthenogenesis) ไข่เพศเมียพัฒนาเป็นตัวอ่อนโดย ไม่ได้ผสมพันธุ์กับอสุจิ เพศผู้ ถ้าในสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ไรแดงก็จะปรับสภาพการขยายพันธุ์ ด้วยการผลิตไข่ฟักที่มีความทนทานและแข็งแรง ไข่ฟักจะ สามารถมีชีวิตอยู่ได้เป็นระยะเวลา 10 ปี และสามารถทนต่อที่ที่มีอุณหภูมิเย็นจัดหรือมีความแห้งแล้ง เมื่อสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสม ไข่ก็จะฟักออกมาเป็นตัว และไรแดงก็จะสืบพันธุ์เป็นวัฏจักร

วงจรชีวิตของไรแดง

ระยะเวลาที่ไรแดงที่ฟักออกจากไข่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัยจนกระทั่งตายไปไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อม Pennak (1978) ได้แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| ระยะที่ 1 | ไข่ (egg) |
| ระยะที่ 2 | ระยะของตัวอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ <ul style="list-style-type: none"> - ระยะแรกของตัวอ่อน - ระยะที่สองของตัวอ่อน |
| ระยะที่ 3 | ระยะวัยรุ่น (Adolescent instar) |
| ระยะที่ 4 | ตัวเต็มวัย (adult) |

เมื่อไข่เคลื่อนเข้าสู่ช่องฟักไข่การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มี ลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง พอตัวอ่อนระยะแรกออกจากตัวแม่ แล้วจะทำการลอกคราบออกเป็นตัวอ่อนระยะที่สอง ซึ่งระยะ นี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่สองซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า Adolescent instar (ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็น ตัวเต็มวัย ตัวแม่เดิมจะมีไข่ชุดที่สองอยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้นถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมไรแดงจะ สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมากอาจเป็นเวลา 2 – 3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลา ที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2 – 3 ชั่วโมง แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร คุณสมบัติของน้ำ และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

การทดลองผลิตไขฟักของไรแดง

มีรายการการศึกษาด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส โดยใช้ไรแดงจำนวน 4 ล้านตัวในน้ำ 600 มิลลิลิตร มีปริมาตรรวม 1000 มิลลิลิตร (ไรแดง 400 กรัมรวมกับน้ำ 600 มิลลิลิตร) ใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำเขียวเป็นอาหารเป็นระยะเวลา 3 วัน ไรแดงก็จะสามารถสร้าง ephippium egg ได้ ในปี 2530 ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ได้ทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร โดยเริ่มจากผลิตไรแดงให้ได้มากที่สุดโดยใช้อาหารผสม ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด 2000 กรัม ปลาป่น 1000 กรัม กากถั่วเหลือง 1000 กรัม ปุ๋ยผสม (15 – 15 – 15) 2000 กรัม และปุ๋ยยูเรีย (45 – 0 – 0) 100 กรัม ไรแดงจะแพร่ขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า และในการทดลองครั้งนี้ใช้ถุงกรองน้ำเพื่อใช้ในการลดปริมาณตะกอนกันบ่อทำให้มีความสะดวกในการเก็บไขไรแดง โดยให้อาหารเพิ่มทุกวัน วันละ 10 – 15 % เมื่ออุณหภูมิต่ำลงในช่วง 14 – 15 องศาเซลเซียส นานติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ ยังคงเหมือนเดิม (ชนิด ปริมาณอาหาร และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ) ขนาดตัวของไรแดงโตขึ้นเป็น 2000 ตัวต่อกรัม (ปกติ 10,000 ตัวต่อกรัม) และพบ ephippium egg ตัวละ 2 ฟองต่อ 1 ฝัก มีสีเทาอมชมพูขุ่นๆ หรือสีเทาขาวขุ่นๆ มีลักษณะแข็งและจมน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เข้าสู่สภาวะปกติไรแดงจะลดการสร้าง ephippium egg ลง และกลับมาสร้าง parthenogenetic egg ในปี 2531 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน จะพบการสร้าง ephippium egg จากการทดลองเลี้ยง ไรแดง โดยให้อาหารเฉพาะอย่าง คือ สาหร่ายเกลียวทอง (Spirulina) สำเร็จรูปชนิดผงเป็นการเลี้ยงไรแดง ในสภาวะอาหาร ไม่สมบูรณ์แต่เพียงพอ โดยใช้โหลแก้วขนาด 20 ลิตร ในเวลา 9 วัน ไรแดงจึงจะเริ่มสร้าง ephippium egg (สำรวจ, 2531)

สุนิรัตน์ และคณะ (2546) ทดลองผลของพีเอชต่อการสร้างไขฟักของไรแดง โดยพบว่าทุกระดับ พีเอช ไรแดงเริ่มสร้างไขฟักในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไขฟัก และเริ่มตาย ที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไขฟักของไรแดงสูงสุดคือ 40.3 ± 0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยแตกต่างจากระดับพีเอชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชุดที่มีอัตราการสร้างไขฟักต่ำสุดคือที่ระดับพีเอช 6.5 แต่ปริมาณไขฟักที่สร้างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับชุดควบคุม (พีเอชเท่ากับ 7.14) โดยจากการทดลองนี้พบว่าค่าพีเอชที่ทำให้ไรแดงสร้างไขฟักได้มาก จะอยู่ในช่วงประมาณ 7.25 - 7.5 ถ้าค่าพีเอชเพิ่มขึ้นหรือลดลงกว่าระดับนี้มีแนวโน้มว่า การสร้างไขฟักจะลดลง สำหรับอัตราการฟักของ ไขฟักนั้น พบว่าไขฟักที่สร้างจากชุดควบคุม มีอัตราการฟักสูงที่สุดคือ 50.2 ± 0.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับ อื่นๆ สำหรับไขฟักที่สร้างจากระดับพีเอชอื่นๆ ที่เหลือมีอัตรา

พักใกล้เคียงกัน ยกเว้นระดับพีเอช 6.75 ซึ่งมีอัตราการพักต่ำที่สุดคือ 44.0 ± 0.6 เปอร์เซ็นต์ และไขพักที่ผลิตจาก ทุกระดับพีเอชใช้เวลาในการพักใกล้เคียงกันคือ 3-7 วัน ในชุดการทดลองที่มี การปรับระดับพีเอชก่อนใส่ไรแดงครั้งแรกเพียงครั้งเดียว พบว่าทุกระดับพีเอช มีอัตราการสร้างไขพักใกล้เคียงกันโดยเริ่มสร้างในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ของการเลี้ยง ในวันที่ 5 ไรแดงหยุดสร้างไขพักและเริ่มตาย และที่ระดับพีเอช 7.25 มีการสร้างไขพักมากที่สุดคือ 30.7 ± 0.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7.14)

ในขณะที่การปรับระดับแอมโมเนียในการเลี้ยงไรแดง เพื่อบังคับให้ไรแดงสร้างไขพัก โดยปรับแอมโมเนียให้อยู่ในระดับที่กำหนดเพียงครั้งเดียวก่อนใส่ไรแดง หลังจากนั้นปล่อยให้ปริมาณ แอมโมเนียมีการผันแปรในรอบวันไปตามขบวนการธรรมชาติ และวัดค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลง สำหรับ ค่าพีเอชในทุกระดับความเข้มข้น ของแอมโมเนียมีค่าพีเอชตั้งต้นอยู่ในช่วง 7.26 - 7.34 และที่ สิ้นสุด การทดลองทุกระดับความเข้มข้น ของแอมโมเนียมีค่าพีเอชใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ในช่วง 8.01 - 8.19 และสำหรับปริมาณแอมโมเนีย พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดในทุกชุดการทดลอง โดยในชุดที่มีความ เข้มข้นตั้งต้นสูงจะมีค่าสูงกว่าระดับความเข้มข้นตั้งต้นต่ำตลอดเวลา การสร้างไขพักของไรแดง พบว่าในทุกชุดการทดลองที่มี การปรับระดับแอมโมเนียมีการสร้างไขพักหลังจากการเลี้ยงไรแดงได้ 1 วัน ยกเว้นชุดควบคุมซึ่งไรแดงสร้างไขพักในวันที่ 2 ในชุดที่มีระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไรแดงสร้างไขพักเพียง 3 วัน ส่วนชุดอื่นมีระยะเวลาในการสร้างไขพักประมาณ 4 วัน โดยไรแดงที่เลี้ยง ในระดับแอมโมเนีย 7.5 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรนั้น สร้างไขพักสูงสุดในวันที่ 3 ไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับ แอมโมเนียเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างไขพักรวมมากที่สุดคือ 69.8 ± 0.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความเข้มข้นอื่น ส่วนที่ระดับแอมโมเนียเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการสร้างไขพักรวมต่ำที่สุดเพียง 10.9 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราการพัก ของไขพัก ที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 7.5 มิลลิกรัมต่อ

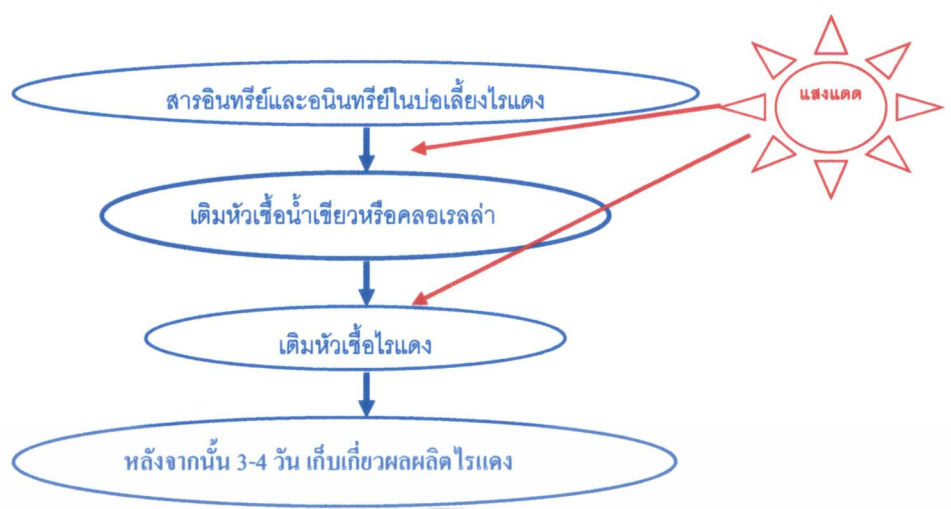
ไรแดงเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำวัยอ่อน เนื่องจากมีขนาดพอเหมาะและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แหล่งที่มาของผลผลิตไรแดงที่สนับสนุนกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ การเก็บจากธรรมชาติ และการเพาะเลี้ยง ซึ่งปัญหาที่พบ คือ มีเชื้อโรคต่าง ๆ และโปรโตซัวชนิดต่าง ๆ เกาะอยู่ตามตัวของไรแดง อันส่งผลกระทบต่อสุขภาพของ สัตว์น้ำวัยอ่อนที่ทำการอนุบาล ก่อให้เกิดการตายและระบาดของโรค จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตายของสัตว์น้ำวัยอ่อนลดต่ำลงด้วย นอกจากนี้จากการเพาะเลี้ยง ไรแดงในปัจจุบันยังนิยมใช้ แพลงก์ตอนพืช คือ คลอเรลล่า ซึ่งต้องพึ่งพาแสงแดดสำหรับกระบวนการ เมตาบอลิซึม เพื่อขยาย จำนวนเซลล์ (ภาพที่ 2) ดังนั้นแนวทางการการผลิตไรแดงแบบใหม่ หรือการเลี้ยง แบบ ไนรม์ ได้ตั้ง สมมติฐานการวิจัย คือ การผลิตไรแดงจะดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องให้ได้ตลอดเวลา คือ การเพาะ เลี้ยงไรแดง โดยไม่ต้องพึ่งพาแสงแดดและคลอเรลล่า (ภาพที่ 3) จึงช่วยให้เกษตรกรผู้ประกอบ อาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถที่จะทำการผลิตไรแดงได้เองตลอดทุกช่วงฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

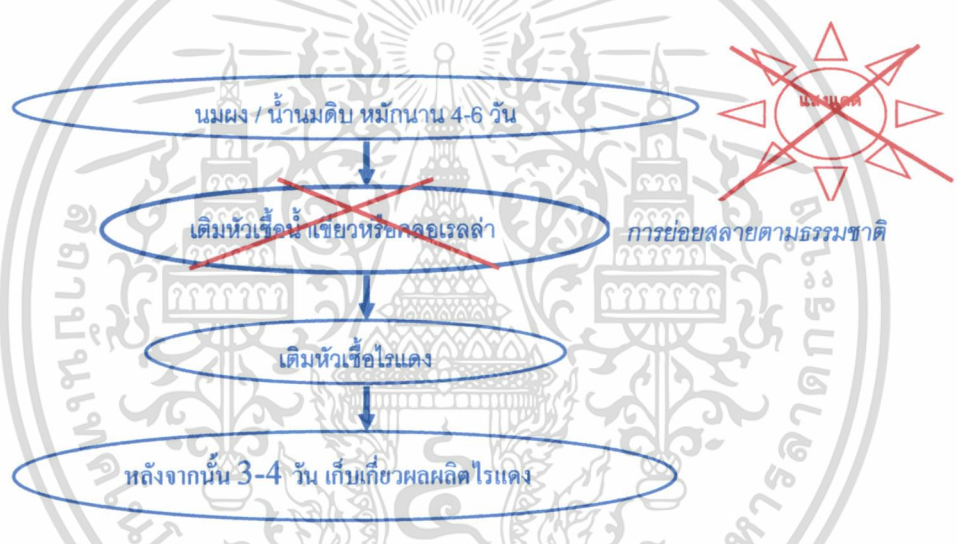
จากเหตุผลและปัจจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้อาศัย “พฤติกรรมที่ไรแดงสามารถรองกินอาหารได้ หลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ รวมทั้ง อินทรีย์สารที่เน่าเปื่อยหรือสารแขวนลอยต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ ประกอบกับจุลินทรีย์ หรือแบคทีเรียล้นพบ ในวัตฤติบ จำพวกนมทุกชนิด” มาเป็นประเด็นร่วมกับการตั้งสมมุติฐานดังกล่าว จึงได้ใช้นมผงสำเร็จรูป และนมหมักกรด หรือนมวัววัยอ่อน มาผ่านกระบวนการย่อย สลายตามธรรมชาติ (เพิ่มจำนวนของ จุลินทรีย์) และหาระดับความเข้มข้นของวัตฤติบดังกล่าวให้เหมาะสม หลังจากนั้นจึงทดลองนำไรแดง มาเลี้ยง และพบว่าสามารถที่จะทำการเลี้ยงไรแดงได้ (ภาพที่ 3)

ดังนั้นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตไรแดงเพื่อเพิ่มจำนวนไรแดงในการเลี้ยงในพื้นที่ขนาดใหญ่ ด้วยการนำวัตฤติบดังกล่าวมาใช้ จึงมีโอกาที่จะเป็นไปได้สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำนมดิบ หรืออาจจะรับซื้อน้ำนมดิบที่มีจุลินทรีย์สูงจากเกษตรกรโดยตรง มาเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับไรแดง หรือการ ใช้นมผงหมดอายุแล้วมาใช้ในการเลี้ยงไรแดง รวมทั้งศึกษาการผลิตไข่ฟักไรแดง เพื่อสามารถที่จะผลิต ไรแดงได้อย่างต่อเนื่องตลอดไป





ภาพที่ 2 การผลิตไรแดงแบบเดิม หรือบ่อกลางแจ้ง



ภาพที่ 3 การผลิตไรแดงแบบใหม่ หรือแบบบ่อในร่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรก : ศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยปัจจัยทดลองคือระดับความหนาแน่นของไรแดง 6 ระดับ ประกอบด้วย 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ขั้นตอนที่สอง : ศึกษาระดับความหนาแน่นและระดับความสูงของน้ำในบ่อทดลองในร่มที่มีต่อผลผลิตไรแดง (ภาพที่ 4)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในแฟคทอเรียลประกอบด้วย 2x2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับน้ำในบ่อซีเมนต์สูง 2 ระดับ ได้แก่ 0.15 และ 0.30 เมตร และ

ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความหนาแน่นประกอบด้วย 2 ระดับ ได้แก่ 10 และ 20 กรัมต่อตัน

เลี้ยงไรแดงจำนวน 3 ซ้ำ บ่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1.10 เมตร

ดังนั้นปัจจัยรวมที่ศึกษามีทั้งหมด 4 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยร่วมที่ 1 คือ ระดับน้ำในบ่อสูง 0.15 เมตร และความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 10 กรัมต่อตัน

ปัจจัยร่วมที่ 2 คือ ระดับน้ำในบ่อสูง 0.15 เมตร และความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 20 กรัมต่อตัน

ปัจจัยร่วมที่ 3 คือ ระดับน้ำในบ่อสูง 0.30 เมตร และความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 10 กรัมต่อตัน

ปัจจัยร่วมที่ 4 คือ ระดับน้ำในบ่อสูง 0.30 เมตร และความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 20 กรัมต่อตัน

2. การเลี้ยงไรแดง

ขั้นตอนแรก

(1) เตรียมนมดิบความเข้มข้น 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ได้ปริมาณทั้งหมด 1.5 ลิตร ปล่อยให้พักไว้นาน 6 วัน ในห้องปฏิบัติการ

(2) ตวงสารละลายน้ำนมดิบที่ปล่อยให้พักจาก (1) ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 20 มิลลิลิตร จำนวน 10 หลอดทดลองต่อแต่ละความหนาแน่นทั้ง 7 ระดับ

(3) สุ่มแม่พันธุ์ไรแดงที่เลี้ยงในน้ำนมดิบตามวิธีของ รุ่งตะวัน (2549) แล้วนำมาผ่านผ้ากรอง 150 ไมครอน ปล่อยให้ความหนาแน่นเริ่มตั้งแต่ 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

(4) บันทึกจำนวนตัวไรแดงที่เพิ่มขึ้นหลังการปล่อยให้เลี้ยงวันที่ 2,3, 4 และ 5 วัน ตามลำดับ

ขั้นตอนที่สอง

(1) เตรียมนมดิบความเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรในโหลแก้ว ให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร ปล่อยให้พักไว้นาน 2 วัน การทดลองใช้โหลแก้ว 2 โหลต่อการเลี้ยงในแต่ละรุ่น

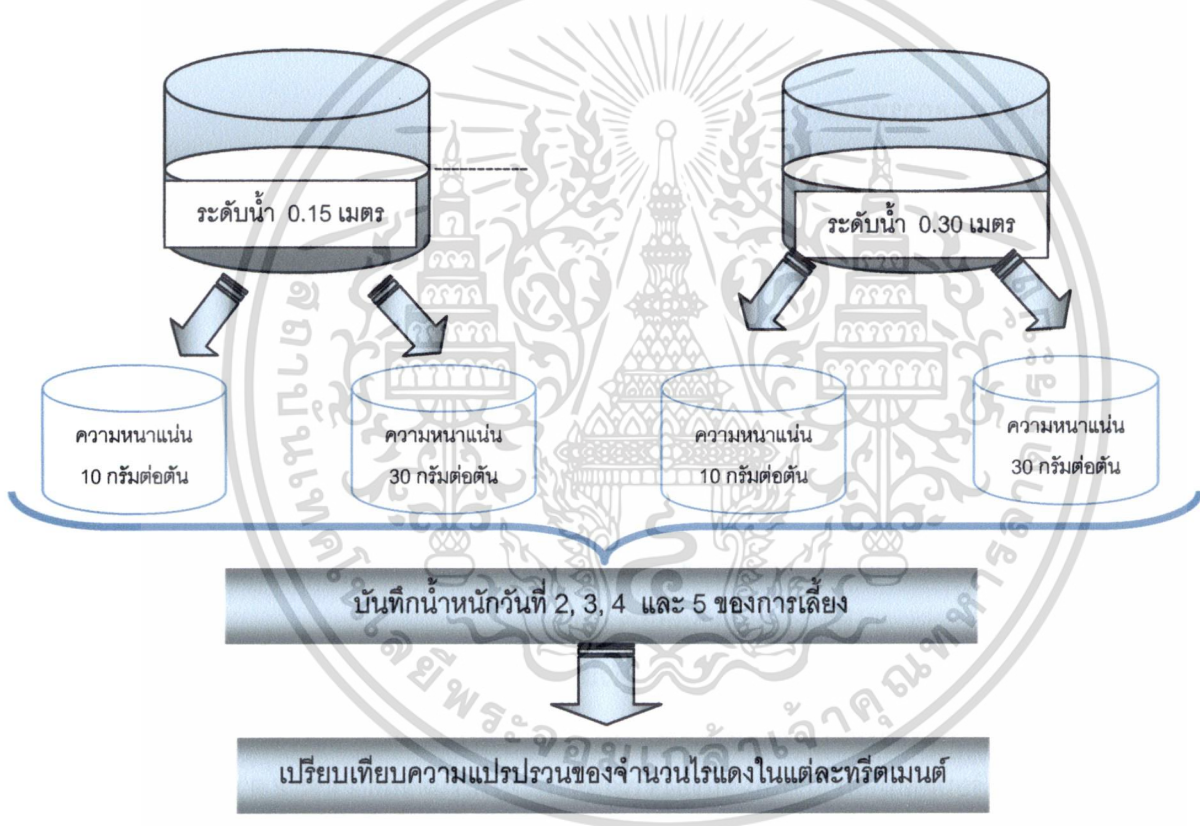
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) หลังจากนั้นปล่อยหัวเชื้อไรแดงลงเลี้ยงในภาชนะดังกล่าว นาน 4 วัน แล้วเพิ่มปริมาณไรแดง ด้วยวิธีการเช่นเดียวกันอย่างน้อย 3 รุ่น เพื่อให้ได้หัวเชื้อปริมาณไรแดงที่มากพอและเป็นการปรับสภาพของไรแดง

(3) เตรียมนมดิบความเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ในบ่อซีเมนต์ทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.10 เมตร โดยเติมให้ระดับน้ำ ในบ่อซีเมนต์สูง 2 ระดับ ได้แก่ 0.15 และ 0.30 เมตร (ปริมาตรน้ำเท่ากับ 142.6 และ 285.2 ลิตร ตามลำดับ) ปล่อยพักไว้ 2 วัน จำนวน 12 บ่อ

(4) นำหัวเชื้อไรแดงที่เลี้ยงในโหลแก้วมาชั่งน้ำหนักให้ความหนาแน่นที่ 10 และ 20 กรัมต่อตัน เลี้ยงในแต่ละบ่อที่เตรียมไว้ ในระหว่างการเลี้ยงไม่มีการเติมอาหาร

(5) บันทึกจำนวนตัวไรแดงเริ่มปล่อยเลี้ยงจากน้ำหนักเริ่มต้น 10 และ 20 กรัม ตามลำดับ หลังจากนั้นบันทึกจำนวนตัวหลังการปล่อยเลี้ยงในวันที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์

หมายเหตุ : ปริมาณไรแดง 1 กรัมมีจำนวนตัวประมาณ $1.3 \times 10^4 \pm 0.39 \times 10^4$
 การทดลองเบื้องต้นใส่ไรแดงปริมาณ 10-15 กรัมต่อตัน
 ไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์มีอายุได้ประมาณ 5 วัน โดยไม่ต้องเติมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาการผลิตไข่ฟักของไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมหมักกรดที่อุณหภูมิต่างกัน

- (1) วางแผนการทดลองแฟคทอเรียลมี 2 ปัจจัย โดย ปัจจัยที่ 1 คือ อุณหภูมิมี 4 ระดับ คือ 10, 20, 30 และกลุ่มควบคุม (อุณหภูมิห้องประมาณ 32 องศาเซลเซียส) ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาที่แม่พันธุ์ไรแดงอยู่ในแต่ละระดับอุณหภูมิมี 3 ระดับ ได้แก่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมง ดังนั้นปัจจัยรวมทั้งหมดจึงประกอบด้วย 12 ปัจจัย
- (2) การดำเนินการวิจัย
 - สุ่มไรแดงแม่พันธุ์แม่พันธุ์ที่เลี้ยงในนมหมักกรดจากบ่อซีเมนต์ ประมาณ 1000 ตัว แล้วนำปล่อยเลี้ยงในนมหมักกรดแล้วค่อย ๆ ปรับอุณหภูมิให้ได้ตามอุณหภูมิต้องการ
 - ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ
- (3) การบันทึกจำนวนตัวไรแดงที่สร้างไข่ฟักในช่วงเวลา 24, 48 และ 96 ชั่วโมง

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ใช้โปรแกรม SYSTAT Ver.5.02 (Systat, Inc., 1990) สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

- (1) วิเคราะห์อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงในแต่ละระดับความหนาแน่นตามสมการ Exponential growth (Krebs, 1985)

$$r = \frac{(\ln N_t - \ln N_0)}{t} \dots (1)$$

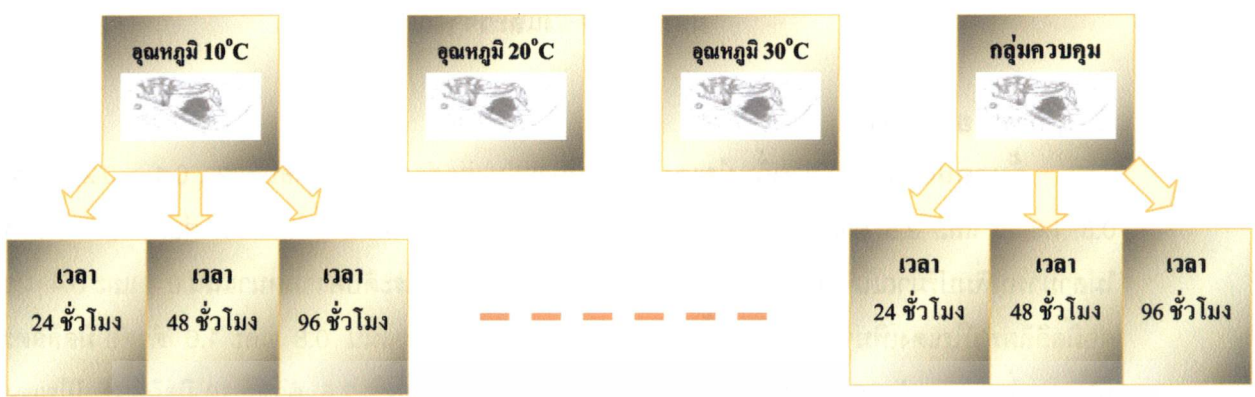
โดยที่ r คือ อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร

N_0 คือ จำนวนไรแดงเริ่มต้น

N_t คือ จำนวนไรแดงที่อายุ t วัน

t คือ เวลาเป็นวันที่นับจำนวนตัว

- (2) วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตัวไรแดงที่สร้างไข่ฟักในแต่ละทรีตเมนต์ตามสมการที่ (1) โดยที่ N_t คือ จำนวนไรแดงที่สร้างไข่ฟักที่อุณหภูมิ/ระยะเวลาในเวลา t วัน
- (3) เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนตัวไรแดงในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



บันทึกจำนวนตัวไรแดงที่มีไข่ฟักทุกวัน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบการผลิตไข่ฟักจากการเลี้ยงไรแดงที่อุณหภูมิต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

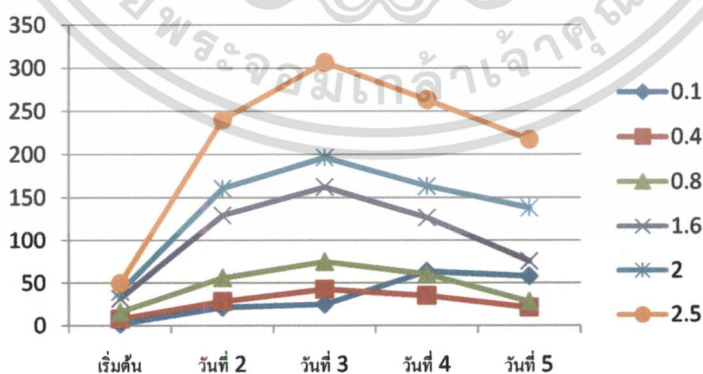
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเลี้ยงไรแดง

ขั้นตอนแรก: จากการเลี้ยงไรแดงที่ระดับหนาแน่นแตกต่างกัน ประกอบด้วย 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความหนาแน่น 0.2 ตัวต่อมิลลิลิตร ไรแดงไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้จากจำนวนทั้ง 10 ชั่วโมงหรือหลอดทดลอง ที่ระดับความหนาแน่น 0.1 และ 0.4 ตัวต่อมิลลิลิตร มีไรแดงเพิ่มจำนวนตัว 3 ซ้ำ ในขณะที่ระดับความหนาแน่น 0.8 และ 1.6 ตัวต่อ มิลลิลิตร มีไรแดงเพิ่มจำนวนตัว 5 ซ้ำ สำหรับที่ระดับความหนาแน่น 2.0 และ 2.5 ตัวต่อ 10 มิลลิลิตร มีไรแดงเพิ่มจำนวนตัว 8 และ 9 ซ้ำ ตามลำดับ ไรแดงมีค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1 โดยพบว่าการเลี้ยงไรแดงด้วยความหนาแน่น 2.5 ตัวต่อมิลลิลิตร มีจำนวนไรแดงเพิ่มสูงสุดในวันที่ 7 ของการทดลอง รองมาคือการเลี้ยงด้วย ความหนาแน่น 1 ตัวต่อมิลลิลิตร สำหรับภาพที่ 7 ได้นำเสนอการเปรียบเทียบจำนวนตัวในแต่ละวัน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวไรแดงในแต่ละวันที่เลี้ยงในแต่ละระดับความหนาแน่น

Density	Initial	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
0.1 ind./ml	2	21.7 (5.03)	25.3 (9.29)	63.7 (59.53)	58.3 (58.59)
0.4 ind./ml	8	28.7 (3.79)	43.0 (8.89)	35.3 (12.01)	21.7 (17.01)
0.8 ind./ml	16	56.1 (25.89)	75.1 (32.75)	60.4 (31.40)	28.5 (14.20)
1.6 ind./ml	32	129.8 (30.18)	162.6 (51.27)	127.2 (65.07)	75.8 (25.85)
2 ind./ml	40	160.8 (38.60)	196.6 (46.43)	163.5 (27.96)	138.4 (55.71)
2.5 ind./ml	50	240.4 (29.83)	306.8 (35.67)	263.6 (65.04)	217.4 (108.89)



ภาพที่ 6 จำนวนตัวไรแดงที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกันเปรียบเทียบในแต่ละวัน

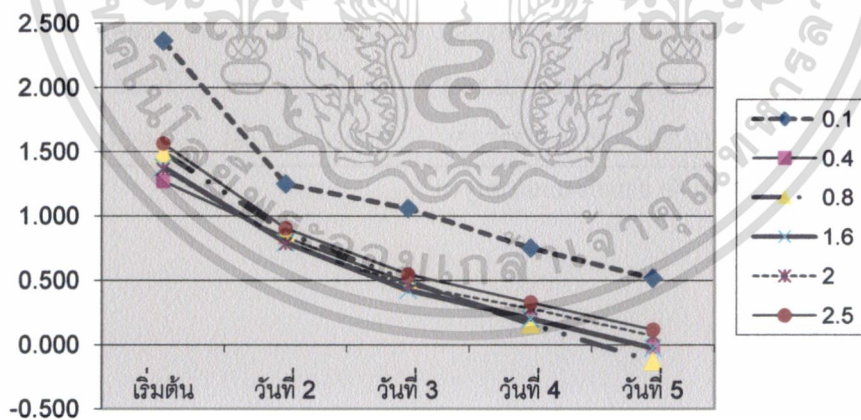
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนในแต่ละวันและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ มีค่าตามตารางผนวกที่ 1-10 โดยจำนวนตัวไรแดงจากตารางที่ 1 เมื่อมีการปรับให้อยู่ในรูปสมการ exponential growth เพื่อแปลงให้อยู่ในรูปอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นเริ่มต้นที่ต่างกันนั้น มีค่าเฉลี่ยรายงานตามตารางที่ 2 และภาพเปรียบเทียบตามภาพที่ 7 เมื่อแปลผลที่ได้ พบว่าการเลี้ยง ไรแดงในห้องปฏิบัติการนั้น ด้วยความ หนาแน่นเริ่มต้น 1 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 10 มิลลิลิตรมีความเหมาะสม เนื่องจากพบว่ามีการอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้น ของประชากรมีค่าลดลงหลังจากวันที่ 3 ของการเลี้ยง ดังนั้นในการดูแลในห้องปฏิบัติการ ควรจะเริ่มมีการเปลี่ยนถ่ายอาหารที่เลี้ยงเมื่อเลี้ยงได้นาน 3 วัน

ตารางที่ 2 อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงที่เลี้ยงเริ่มต้นด้วยความหนาแน่นต่างกัน

	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
0.1 ind./ml	2.365 (0.2316) ^a	1.249 (0.1719) ^a	1.058 (0.3025) ^a	0.751 (0.2668) ^a
0.4 ind./ml	1.271 (0.1281) ^b	0.834 (0.1000) ^b	0.481 (0.1204) ^b	0.198 (0.1929) ^b
0.8 ind./ml	1.493 (0.2186) ^b	0.875 (0.1207) ^b	0.494 (0.1418) ^b	0.161 (0.1051) ^b
1.6 ind./ml	1.379 (0.2328) ^b	0.793 (0.1585) ^b	0.425 (0.1714) ^b	0.204 (0.0846) ^b
2 ind./ml	1.364 (0.2528) ^b	0.783 (0.1257) ^b	0.465 (0.0584) ^b	0.282 (0.1457) ^b
2.5 ind./ml	1.563 (0.1301) ^b	0.904 (0.0593) ^b	0.546 (0.0748) ^b	0.329 (0.1614) ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกันหมายความว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ตัวเลขในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละวัน

สาริต (2541) รายงานค่าอัตราการเพิ่มจำนวนของไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรีย ใช้ไรแดงเลี้ยง ใน ปริมาตรน้ำ 20 มิลลิลิตร แล้วบันทึกจำนวนตัวลูกที่ได้ทั้งหมดจนกระทั่งแม่ไรแดง พบว่ามีค่าประมาณ 0.56,

0.56 และ 0.54 สำหรับการเลี้ยงไรแดงด้วยแบคทีเรียด้วยความเข้มข้น 3.5, 2.5 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับการทดลองครั้งนี้ได้บันทึกเฉพาะจำนวน ตัวไรแดง ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน เท่านั้น แล้วคำนวณหาค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงในแต่ละวัน เมื่อ ประเมินค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงทุกชุดการทดลองพบว่ามีความใกล้เคียงกับของสถิติ คือ เท่ากับ 0.58 ± 0.080

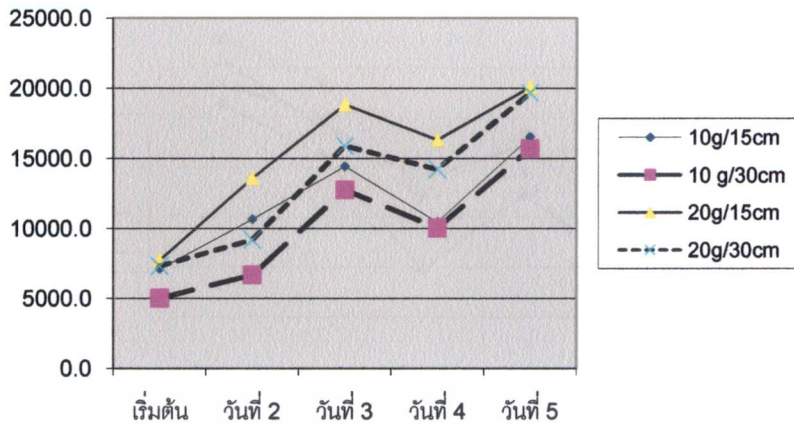
ขั้นตอนที่สอง: จากขั้นตอนแรกจะพบว่าระดับความหนาแน่นของไรแดงที่เหมาะสมต่อเลี้ยง คือ 1 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 10 มิลลิลิตร ดังนั้นถ้าเลี้ยงไรแดงในน้ำ 1 ลิตร จะต้องใช้ไรแดงประมาณ 100 ตัว หรือ ถ้าเลี้ยงในน้ำ 1 ตันหรือ 1000 ลิตร จะใช้ไรแดงประมาณหนึ่งแสนตัว ปริมาณไรแดง 1 กรัมมีจำนวน ตัวประมาณ $1.3 \times 10^4 \pm 0.39 \times 10^4$ ดังนั้นการเลี้ยงไรแดงในน้ำ 1 ตันควรปล่อยไรแดงเริ่มต้นประมาณ 7-10 กรัม ในการทดลองเลี้ยงในบ่อซีเมนต์จึงใช้จำนวนตัวไรแดงเริ่มต้นต่างกัน 2 ระดับ คือ 10 และ 20 กรัมต่อ ตัน ในขณะที่ในการทดลองเลี้ยงพบว่าระดับน้ำมีผลต่อการเลี้ยงไรแดงจึงได้กำหนดระดับน้ำไว้ ประมาณ 15 และ 30 เซนติเมตรจากกันบ่อ

จากตารางที่ 3 พบว่าการปล่อยไรแดงลงเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 20 กรัมต่อตัน โดยมีความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยเลี้ยง 15 และ 30 เซนติเมตร นั้นในวันที่ 5 ของการเลี้ยง พบว่ามีปริมาณของไรแดงใกล้เคียงกันคือประมาณสองหมื่นตัว ภาพที่ 8 เป็นภาพเปรียบเทียบ จำของแต่ละวัน หลังจากปล่อยเลี้ยงไรแดงเริ่มต้นที่ระดับความหนาแน่นและ ระดับน้ำต่างกัน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ที่ระดับความหนาแน่นเริ่มต้นแตกต่างกัน

	Initial	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
10g/15cm	7117.3 (959.29)	10676.0 (628.00)	14444.0 (3921.86)	10466.7 (362.58)	16537.3 (362.58)
10 g/30cm	5024.0 (628.00)	6698.7 (362.58)	12769.3 (1450.30)	10048.0 (1087.73)	15700.0 (628.00)
20g/15cm	7745.3 (959.29)	13606.7 (362.58)	18840.0 (628.00)	16328.0 (1087.73)	20096.0 (628.00)
20g/30cm	7326.7 (959.29)	9210.7 (725.15)	15909.3 (362.58)	14234.7 (725.15)	19677.3 (959.29)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนตัวไรแดงในแต่ละวันของการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นเริ่มต้นต่างกัน

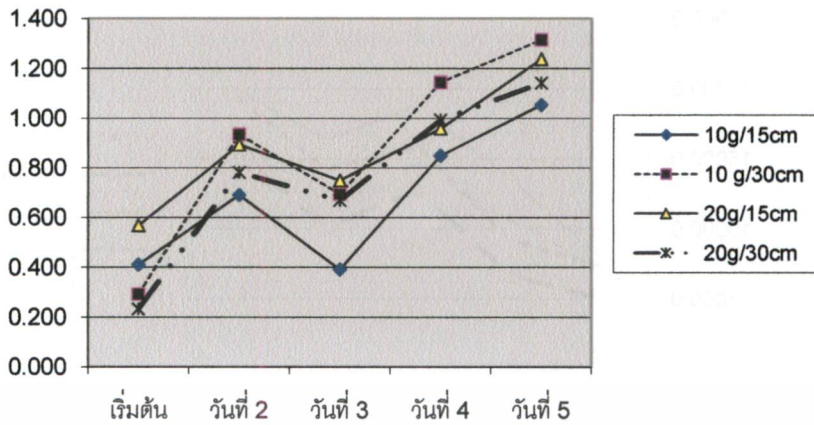
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรไรแดง ตามตาราง ผวนก ที่ 11-15 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดง พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของการปล่อยเลี้ยงไรแดงในแต่ละระดับความหนาแน่น และระดับน้ำที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองแนวโน้มในการเลี้ยงไรแดงในบ่อซีเมนต์ ควรปล่อยไรแดงเริ่มต้นที่ระดับความหนาแน่น 10 กรัมต่อปริมาณน้ำ 1 ตัน โดยควรให้ระดับน้ำสูงประมาณ 30 เซนติเมตรในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบในร่ม ภาพที่ 9 นำเสนอการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของ ประชากรไรแดงแต่ละวันของการเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นและระดับน้ำที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงในแต่ละวันที่เลี้ยงเริ่มต้นด้วยความหนาแน่นแตกต่างกัน

	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
10g/15cm	0.410 (0.1765) ^{ns}	0.690 (0.3884) ^{ns}	0.391 (0.1079) ^{ns}	0.849 (0.1127) ^{ns}
10 g/30cm	0.292 (0.1391) ^{ns}	0.934 (0.1642) ^{ns}	0.694 (0.2286) ^{ns}	1.144 (0.1131) ^{ns}
20g/15cm	0.568 (0.1027) ^{ns}	0.894 (0.1373) ^{ns}	0.749 (0.0816) ^{ns}	0.958 (0.1145) ^{ns}
20g/30cm	0.233 (0.0937) ^{ns}	0.781 (0.1562) ^{ns}	0.669 (0.1328) ^{ns}	0.993 (0.1484) ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกันหมายความว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ตัวเลขในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละระดับความหนาแน่นระดับน้ำที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่าการเพิ่มปริมาณไรแดงนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยแสงแดด หรือ ชนิดอาหารอื่น ๆ เช่น น้ำเน่าเสียจากการเลี้ยงสัตว์ปีกหรือสุกร มูลสัตว์และดินสวน น้ำเสียจาก อาคาร บ้านเรือน ปลาเบ็ด หรือแม้กระทั่งปลาปน รำละเอียดหรือการถั่วลิสง เป็นต้น (สุนันท์, 2520; ลัดดา และ คณะ, 2524; มารศรี, 2528 และสำรวย , 2531)

ในขณะที่จำนวนไรแดงจากการเลี้ยงของ ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่าการเลี้ยงไรแดง ในบ่อ ซีเมนต์กกลมปริมาณน้ำประมาณ 235 ลิตร ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องด้วยปลาเบ็ด พบว่าสามารถเลี้ยง ไรแดงได้นานประมาณ 15 วัน โดยไรแดงมีจำนวนตัวเพิ่มประมาณวันละ 189 ตัว พรณา (2531) สุ่มนับ จำนวนตัวไรแดงวันเว้นวันจากการเลี้ยงนาน 1 เดือน พบว่าจำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อลิตรของบ่ยมูลไก่ มูล กระบือผสมบ่ยมูล กระบือ และมูลสุกรประมาณ 428, 348, 316 และ 275 ตัวต่อลิตร ในขณะที่การ ทดลองครั้งนี้พบว่าไรแดงเพิ่มจำนวนกว่า 3,000 ตัวจากการเลี้ยงใน 5 วันของทุกชุดการทดลอง และมีเลี้ยง แบบไม่เติมอาหาร การเลี้ยงไรแดงที่ใช้น้ำนมดิบในการเลี้ยงจึงนับว่าเป็นวิธีการที่สะดวก สะบายไม่ยุ่งยาก และเหมาะสมอย่างยิ่งในสภาพที่ดินฟ้าอากาศมีดครึ่มมีฝนตก ท้องฟ้าปราศจาก แสงแดด เพราะผู้สนใจ สามารถเลี้ยงได้ในภาชนะที่หลายและหาได้สะดวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ประกอบ อาชีพการเลี้ยงปลา สวยงาม ซึ่งส่วนใหญ่ต้องการอาหารที่สะอาด และใช้พื้นที่อย่างจำกัด

2. ศึกษาการผลิตไข่ฟักของไรแดงที่เลี้ยงด้วยนมหมักกรดที่อุณหภูมิต่างกัน

สำหรับการผลิตไข่ฟักไรแดงนั้น พบว่าในแต่ละช่วงอุณหภูมิและระยะเวลาของไรแดง ที่อยู่ในแต่ละ ช่วงอุณหภูมิ รายงานผลจำนวนตัวตามตารางที่ 5 ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไรแดง ที่มีชีวิต ไรแดง ที่ตาย และที่ผลิตไข่ฟัก โดยพบว่าจากการทดลองในครั้งนี้ไรแดงสามารถผลิตไข่ฟัก ได้น้อยมากคือ ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 ° เซลเซียส พบว่าแนวโน้มของไรแดงจะตาย เมื่อมีอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภาพที่ 10) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนการผลิตไข่ฟักไรแดงแสดงตาม ตารางผนวกที่ 16-18

ตารางที่ 5 จำนวนตัวไรแดงที่มีชีวิต ตายและผลิตไข่ฟักในระหว่างการทดลอง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

	24 ชั่วโมง			48 ชั่วโมง			96 ชั่วโมง		
			Resting			Resting			Resting
	Living	Dead	egg	Living	dead	egg	Living	Dead	egg
10 °C	186.6 (8.97)	832.6 (10.21)	3 (1.0)	130.6 (10.02)	887 (9.02)	5 (1)	105.3 (16.04)	910.6 (14.50)	6.3 (1.53)
20 °C	643 (18.50)	321 (18.03)	45 (6.56)	405 (17.62)	529 (8.19)	75 (6.25)	265 (15.70)	665 (15.01)	80 (3.61)
30 °C	637 (13.50)	352 (9.50)	29 (1.73)	566 (11.79)	409 (4.58)	43 (9.65)	455 (2.52)	502 (10.54)	59 (11.14)
40 °C	984.3 (5.86)	23 (6.25)	0 (0)	978.6 (3.056)	28.6 (3.52)	0 (0)	971.6 (3.79)	17.8 (4.51)	0 (0)
room temp	986.3 (10.50)	21.3 (2.52)	1.3 (0.58)	982.6 (7.77)	27.3 (7.77)	2.3 (0.58)	976.3 (7.64)	96.3 (8.15)	3.3 (0.58)

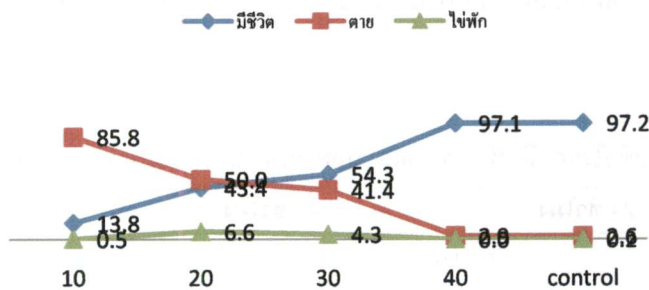
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไรแดงที่มีชีวิต ไรแดงที่ตาย และที่ผลิตไข่ฟัก

	Mean		
	Living	dead	Resting egg
10 °C	13.8 (3.67)	85.8 (3.52)	0.5 (0.17)
20 °C	43.4 (16.49)	50.0 (14.90)	6.6 (1.70)
30 °C	54.3 (7.77)	41.4 (6.49)	4.3 (1.45)
40 °C	97.1 (0.69)	2.9 (0.69)	0.0 (0.00)
room temp	97.2 (0.71)	2.6 (0.65)	0.2 (0.10)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบจำนวนไรแดงที่มีชีวิต ไรแดงที่ตาย และไรแดงที่ผลิตไข่ฟัก

สุนีรัตน์ และคณะ (2546) พบว่าการเปลี่ยนแปลงพีเอชสามารถกระตุ้นให้ไรแดงสร้างไข่ฟักได้ โดยที่ระดับพีเอช 7.25 ไรแดงสร้างไข่ฟักสูงสุดคือ 40.3 ± 0.9 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมื่อมีการปรับระดับแอมโมเนียเพื่อบังคับให้ไรแดงสร้างไข่ฟัก พบว่าไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างไข่ฟักรวมมากที่สุดคือ 69.8 ± 0.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความเข้มข้นอื่น ส่วนที่ระดับแอมโมเนียเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการสร้างไข่ฟักรวมต่ำที่สุดเพียง 10.9 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราการฟัก ของไข่ฟัก ที่สร้างจากไรแดงที่เลี้ยงที่ระดับแอมโมเนียเริ่มต้น 7.5 มิลลิกรัมต่อ

อย่างไรก็ตามในการทดลองผลิตไข่ฟักครั้งนี้ยังคงเป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจจะต้องมีการทำการทดลองอีกครั้ง โดยใช้ไรแดงแม่พันธุ์ที่มีการคัดขนาดและใช้จำนวนตัว ให้มากที่สุด เพื่อยืนยันผลการทดลองอีกครั้ง และอาจจะต้องยืดระยะเวลาในการทำการทดลองให้ มากกว่า 96 ชั่วโมง

สรุปผลการทดลอง

1. การเลี้ยงไรแดงในห้องปฏิบัติการใช้น้ำนมดิบปริมาตร 5 มิลลิลิตรต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร แล้วปล่อยพักไว้นาน 6 วัน หลังจากนั้นนำมาเลี้ยงไรแดงในหลอดทดลอง โดยจำนวนตัวไรแดงที่เหมาะสมคือ 1 ตัวต่อน้ำ 10 มิลลิลิตร หลังจากการเลี้ยงนาน 3 วัน ควรมีการเปลี่ยนสารละลายนมหมักหรือย้ายไรแดงไปเลี้ยงยังหลอดทดลองใหม่
2. การเลี้ยงไรแดงในบ่อซีเมนต์ ใช้ความเข้มข้นของน้ำนมดิบเช่นเดียวกับในห้องปฏิบัติการ แต่ควรปล่อยพักน้ำไว้นานประมาณ 2 วัน ก่อนเติมไรแดง น้ำหนักไรแดงที่ปล่อยคือ 10 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน โดยความสูงของระดับน้ำควรสูงจากพื้นบ่อประมาณ 10-30 เซนติเมตร การเลี้ยงโดยวิธีการนี้พบว่าปริมาณไรแดงสามารถเพิ่มได้อย่างต่อเนื่องกว่าหนึ่งสัปดาห์ โดยไม่ต้องมีการเติมอาหาร
3. การผลิตไข่พักไรแดงด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระตุ้น พบว่ายังไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดไข่พัก

ข้อเสนอแนะ การเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำนมดิบในบ่อซีเมนต์ พบว่าปริมาณไรแดงสามารถเพิ่มขึ้นได้ ต่อเนื่องอีกหลังจากที่ผ่านพ้นไปแล้ว 7 วันโดยไม่มีการเติมอาหาร จากการทดลองเลี้ยงหลาย ๆ ครั้ง เพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ KMITL'S FISH TECK FARM สังเกตว่าไรแดงที่เลี้ยงด้วยวิธีการดังกล่าว จะชอบอากาศเย็น ๆ ไม่ร้อนจัด จึงน่าจะมีการศึกษาการเพิ่มปริมาณไรแดงอย่างต่อเนื่อง รวมทั้ง ปัจจัยเรื่องของอุณหภูมิต่อการเติบโตของไรแดง ในการผลิตไข่พักไรแดงนั้นผลที่ได้ไม่แตกต่างกับกลุ่ม ควบคุมอาจจะ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเก็บบันทึกยังน้อยเกินไป และควรคัดเฉพาะไรแดงเพศเมีย ที่สมบูรณ์จริง หรือถ้าเป็นไปได้อาจจะมีการเลี้ยงในสภาพปกติ แล้วค่อย ๆ เปลี่ยนอุณหภูมิ

เอกสารอ้างอิง (Reference)

- การเพาะเลี้ยงไรแดง. 2546. [online] http://web.ku.ac.th/agri/rai_red/detail.htm
- ทวี วิพุทธานูมาศ และเรวดี ศรีประเสริฐ. 2538. การเพาะไรแดงโดยใช้รำละเอียดหมัก. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 19/2538. กองประมงน้ำจืด กรมประมง กรุงเทพฯ.
- พรณา ลำเลียงพล. 2531. การเจริญเติบโตแบบ logistic ของประชากรไรแดง (*Moina macrocopa* Straus, 1820) ที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพบูลย์ ใจเด็ด และสมพร นพเกื้อ. 2546. Moo Milk. วารสารโคนม ต.ค. 45- มี.ค. 46 : 29-31.
- รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์. 2548. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยนมผงสำเร็จรูป. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 23 : 1 (24-35)
- รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยนมดิบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 24 : 3 (58-67)
- ไรแดง-การนำมาใช้ การขนส่ง และการเก็บรักษา. 2546. [online] http://www.efish2u.com/_FishInfo/Food003.htm
- ลัดดา วงรัตน์ ประวิทย์ สุรนิรันดร์ และประจิดร วงศ์รัตน์. 2524. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สันทนา ดวงสวัสดิ์ ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสมเพชร ไชยทอง. 2524. การศึกษาชีวประวัติ และการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์วัยอ่อน. เอกสารงานนิเวศวิทยา ฉบับที่ 1/2524. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- สาริต โกวิทวที. 2541. อัตราการขยายพันธุ์ของไรแดง (*Moina macrocopa* Straus, 1820) ที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรีย (*Bacillus subtilis*) ในห้องปฏิบัติการ.(บทคัดย่อ) การประชุมวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2541.
- สำรวย เสรีจกิจ. 2531. การทดลองผลิตไข่ของไรแดง. วารสารการประมง ฉบับที่ 5 ก.ย. - ต.ค. : 481-484.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวย เสรีจกิจ. 2531 . การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 72 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กรุงเทพฯ.

สุนีรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, ปวีณา ทวีกิจการ และ จตุพร บัณฑิต. 2546. ผลของความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการสร้างไขพักของไรแดง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21:61-68.

Brooks, J.L. 1957. The Systematics of North America *Daphnia*. Memoris of the Connecticut Academy of Arts and Sceinces. Vol. XII.

Krebs, C. T., 1985. Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance 2nd . Harper and Raw, Publishers, Inc., New York, U.S.A. 678 pp.

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

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

Systat 5.02 for Windows. Copyright 1990-1993. Systat, Inc. Evanston, IL USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การเลี้ยงไรแดงในห้องปฏิบัติการ (FILE NAME: LABMO.SYS)

ปัจจัยทดลองคือระดับหนาแน่นของไรแดงที่แตกต่างกัน 7 ระดับ ประกอบด้วย 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิตร

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเพิ่มขึ้นในไรแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 2 วัน

DEP VAR: R2 N: 33 MULTIPLE R: 0.837 SQUARED MULTIPLE R: 0.700

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	2.642	5	0.528	12.613	0.000
ERROR	1.131	27	0.042		

ตารางผนวกที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 2 วัน

โดยที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ ระดับความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิตร (ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.000	1.000				
3	0.000	1.000	1.000			
4	0.000	1.000	1.000	1.000		
5	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
6	0.000	0.618	1.000	1.000	0.831	1.000

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเพิ่มขึ้นในไรแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 3 วัน

DEP VAR: R3 N: 33 MULTIPLE R: 0.766 SQUARED MULTIPLE R: 0.586

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	0.533	5	0.107	7.645	0.000
ERROR	0.377	27	0.014		

ตารางผนวกที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 3 วัน

โดยที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ ระดับความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อ มิลลิตร (ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.003	1.000				
3	0.003	1.000	1.000			
4	0.000	1.000	1.000	1.000		
5	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
6	0.002	1.000	1.000	1.000	0.667	1.000

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเพิ่มขึ้นในไรแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 4 วัน

DEP VAR: R4 N: 33 MULTIPLE R: 0.814 SQUARED MULTIPLE R: 0.662

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	0.938	5	0.188	10.582	0.000
ERROR	0.479	27	0.018		

ตารางผนวกที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 4 วัน

โดยที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ ระดับความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อ มิลลิตร (ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.000	1.000				
3	0.000	1.000	1.000			
4	0.000	1.000	1.000	1.000		
5	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
6	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นในไรแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 5 วัน

DEP VAR: R5 N: 33 MULTIPLE R: 0.742 SQUARED MULTIPLE R: 0.551

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	0.794	5	0.159	6.630	0.000
ERROR	0.646	27	0.024		

ตารางผนวกที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 5 วัน

โดยที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ ระดับความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อมิลลิเมตร (ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.002	1.000				
3	0.000	1.000	1.000			
4	0.001	1.000	1.000	1.000		
5	0.002	1.000	1.000	1.000	1.000	
6	0.005	1.000	0.931	1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นในไรแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 6 วัน

DEP VAR: R6 N: 33 MULTIPLE R: 0.688 SQUARED MULTIPLE R: 0.473

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	0.884	5	0.177	4.845	0.003
ERROR	0.985	27	0.036		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES หลังเริ่มปล่อยเลี้ยงแล้ว 6 วัน

โดยที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ ระดับความหนาแน่นของไรแดงเท่ากับ 0.1, 0.4, 0.8, 1.6, 2 และ 2.5 ตัวต่อ มิลลิลิตร (ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.031	1.000				
3	0.001	1.000	1.000			
4	0.009	1.000	1.000	1.000		
5	0.028	1.000	1.000	1.000	1.000	
6	0.062	1.000	0.429	1.000	1.000	1.000

ภาคผนวก ข. การเลี้ยงไรแดงในบ่อซีเมนต์ (FILE NAME: MASS.SYS)

FACTOR มี 2 ปัจจัย คือ FAC1 เป็นระดับความหนาแน่นของไรแดงมี 2 ระดับ คือ 10 และ 20 กรัม ต่อลิตร ตามลำดับ (แทนด้วย FAC1: 10 20)

และ FAC2 เป็นระดับความสูงของน้ำมี 2 ระดับ คือ 15 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ (แทนด้วย FAC2: 15 30)

ตัวแปร R คือ อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรหลังจากเริ่มเลี้ยงนาน 2 3 4 5 และ 6 วัน ตามลำดับ (แทนด้วย R2 R3 R4 R5 R6)

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเพิ่มขึ้นในไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ หลังเริ่ม ปล่อยเลี้ยงแล้ว 2 วัน

DEP VAR: R2 N: 12 MULTIPLE R: 0.765 SQUARED MULTIPLE R: 0.585

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
FAC1	0.007	1	0.007	0.420	0.535
FAC2	0.154	1	0.154	8.849	0.018
FAC1*FAC2	0.035	1	0.035	2.027	0.192
ERROR	0.140	8	0.017		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นในไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ หลังเริ่ม ปล่อย เลี้ยงแล้ว 3 วัน

DEP VAR: R3 N: 12 MULTIPLE R: 0.446 SQUARED MULTIPLE R: 0.199

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
FAC1	0.002	1	0.002	0.035	0.857
FAC2	0.013	1	0.013	0.234	0.642
FAC1*FAC2	0.095	1	0.095	1.721	0.226
ERROR	0.442	8	0.055		

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นในไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ หลังเริ่ม ปล่อย เลี้ยงแล้ว 4 วัน

DEP VAR: R4 N: 12 MULTIPLE R: 0.753 SQUARED MULTIPLE R: 0.567

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
FAC1	0.083	1	0.083	3.773	0.088
FAC2	0.037	1	0.037	1.692	0.230
FAC1*FAC2	0.110	1	0.110	4.994	0.056
ERROR	0.176	8	0.022		

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นในไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ หลังเริ่ม ปล่อย เลี้ยงแล้ว 5 วัน

DEP VAR: R5 N: 12 MULTIPLE R: 0.724 SQUARED MULTIPLE R: 0.525

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
FAC1	0.001	1	0.001	0.086	0.776
FAC2	0.082	1	0.082	5.394	0.049
FAC1*FAC2	0.051	1	0.051	3.352	0.105
ERROR	0.121	8	0.015		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเพิ่มขึ้นในไรแดงที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ หลังเริ่ม ปล่อย เลี้ยงแล้ว 6 วัน

DEP VAR: R6 N: 12 MULTIPLE R: 0.675 SQUARED MULTIPLE R: 0.455

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
FAC1	0.000	1	0.000	0.005	0.945
FAC2	0.020	1	0.020	1.177	0.310
FAC1*FAC2	0.096	1	0.096	5.507	0.047
ERROR	0.139	8	0.017		

ภาคผนวก ค. การผลิตไข่ฟักไรแดง (FILE NAME: CYST.SYS)

FACTOR มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยแรก คือ อุณหภูมิที่ใช้ได้แก่ 10, 20, 30 และอุณหภูมิห้อง (TRT: 1.000 2.000 3.000 4.000) และปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาที่ผลิตไข่ฟัก ได้แก่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมง หลังจากเริ่มทดลอง (HOUR: 24.000 48.000 96.000)

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนไข่ฟักไรแดงเนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิ และ ระยะเวลาในการผลิต

DEP VAR: R N: 36 MULTIPLE R: 0.993 SQUARED MULTIPLE R: 0.986

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
TRT	14.181	3	4.727	523.098	0.000
HOUR	0.666	2	0.333	36.848	0.000
TRT*HOUR	0.029	6	0.005	0.537	0.775
ERROR	0.217	24	0.009		

ตารางผนวกที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่ฟักไรแดงอันเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

โดยที่ 1 2 3 และ 4 คือ อุณหภูมิที่ใช้ได้แก่ 10, 20, 30 และอุณหภูมิห้อง ตามลำดับ (ตัวเลข \leq 0.05 หมายความว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3	4
1	1.000			
2	0.000	1.000		
3	0.000	0.001	1.000	
4	0.000	0.000	0.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่มุกไรแดงอันเนื่องมาจากอิทธิพลของระยะเวลา
ด้วยวิธี MATRIX OF PAIRWISE COMPARISON PROBABILITIES

โดยที่ 1, 2 และ 3 คือ ระยะเวลาที่ผลิตไข่มุก ได้แก่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมงหลังจากเริ่มทดลอง ตามลำดับ
(ตัวเลข ≤ 0.05 หมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

	1	2	3
1	1.000		
2	0.000	1.000	
3	0.000	0.033	1.000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้