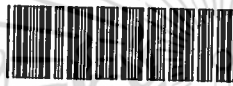


ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง

Suitable pH for Water Flea



T095978

โดย

นางสาว นุญจล วัฒนา

เสนอ

ภาควิชาเทคนิคเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร (พัฒนการเกษตร)

ปพ.

2546

หน้า 22 พ

2546

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....

วัน เดือน ปี.....

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาเทคนิคเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

เรื่อง

pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง  
Suitable pH for Water Flea

โดย

นางสาวนุกุล วัฒนา

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร  
วทบ.(พัฒนาการเกษตร)

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2546

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ.....



30 / พค / 46.

(ผศ.ดร.ทิพวรรณ ลิ้มกุง)

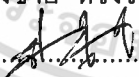
กรรมการปัญหาพิเศษ.....



30 / พค / 46

(ผศ. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชา.....



30 / พค / 46.

(อาจารย์สุชฎมาภรณ์ ชันธีศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


### บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง

โดย : นางสาว นุญกุล วัฒนา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนากาารเกษตร)

สาขาวิชาเอก : พัฒนากาารเกษตร

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ : .....  .....

(ผศ.ดร.ทิพวรรณ ลิ้มงูร)

การศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดงโดยทำการทดลองที่ห้องทดลองภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) เพื่อศึกษาช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง แบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการหาอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงค่า pH ที่ต่างกันโดยแบ่งการทดลองเป็น 12 ทริทเมนต์ ทริทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว สังเกตผลเป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยไม่ได้ให้อาหาร ขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดลองศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดงโดยแบ่งเป็น 6 ทริทเมนต์ ทริทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว สังเกตผลเป็นเวลา 3 วัน โดยให้ Chlorella เป็นอาหาร ผลการศึกษาพบว่าช่วงของ pH ที่มีผลต่ออัตราการรอดตายของไรแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $LSD = 0.05$  โดยอัตราการรอดตายสูงสุดเป็นน้ำกลั่นรอดตาย 90.0% รองลงมาคือ pH ที่ 7 คือ มีอัตราการรอดตาย 76.67% pH ที่ 4 ถึง pH ที่ 6 มีอัตราการรอดตาย 66.67-73.3% และ pH ที่ 3 pH ที่ 11 ถึง pH ที่ 13 ไม่มีอัตราการรอดตาย ส่วนอัตราการขยายพันธุ์พบว่าช่วงของ pH มีผลต่ออัตราขยายพันธุ์ของไรแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $LSD = 0.05$  ช่วง pH 7-8 มีอัตราการขยายพันธุ์เฉลี่ยรวมมากที่สุดคือ 10.3 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว รองลงมาคือช่วง pH ของน้ำกลั่นคือ 7.00 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว ช่วง pH 9-10 คือ 7.33 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว ช่วง pH 5-6 คือ 60.00 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว ช่วง pH มากกว่าหรือเท่ากับ 4 คือ 4.33 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว และช่วง pH ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 11 ไม่มีอัตราการรอดตาย pH ที่เหมาะสมการขยายพันธุ์ของไรแดงมากที่สุดคือช่วง pH ที่ 7-8 เพราะเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตไรแดงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่านที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะผศ.ดร.ทิพวรรณ ลิ้มงูร ซึ่งเป็นประธานกรรมการที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้กรุณาแนะนำแนวทางมาตั้งแต่ต้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งช่วยทำหน้าที่เป็นกรรมการปัญหาพิเศษ กรุณาให้ความช่วยเหลือในการแนะนำตรวจทานแก้ไข ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่สนับสนุนสารเคมีและอุปกรณ์ในการทดลอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือทางด้านข่าวสารข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการทดลอง รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ท่านสุดท้ายที่กล่าวถึงและเป็นผู้สร้างหลักให้แก่ชีวิตของข้าพเจ้า มาตั้งแต่ต้น คือ บิดา - มารดา ผู้ให้กำเนิด ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านเงินทุนในการศึกษามาโดยตลอด ดังนั้น หากการศึกษาครั้งนี้มีความดีอยู่บ้างนั้นคือผลการกระทำของบิดามารดาผู้ให้กำเนิด แต่หากเกิดการผิดพลาดประการใดนั้นเป็นเพราะความบกพร่องของข้าพเจ้าผู้ดำเนินงานเอง

.....  
(นางสาวนุกูล วัฒนา)

พฤษภาคม 2546

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
คำนิยม	(ข)
สารบัญ	(ค)
สารบัญตาราง	(จ)
สารบัญภาพ	(ฉ)
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	2
ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา	2
นิยามศัพท์	2
<b>บทที่ 2 การตรวจเอกสาร</b>	
ชีวประวัติของไรแดง	3
การแพร่ขยายพันธุ์	4
อาหาร	4
องค์ประกอบของอาหารในตัวไรแดง	5
คุณสมบัติด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวเคมีในบริเวณที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่น	5
ปัจจัยต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงไรแดง	5
คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	6
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ</b>	
อุปกรณ์	12
วิธีการทดลอง	12
การวิเคราะห์ข้อมูล	16
งบประมาณที่ใช้	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง**

ผลการทดลอง 20

วิจารณ์ผลการทดลอง 23

**บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**

สรุปผลการทดลอง 24

ข้อเสนอแนะ 24

เอกสารอ้างอิง 25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงโครงร่างตารางวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองแบบ CRD	16
ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลาการปฏิบัติงาน	19
ตารางที่ 3 แสดงอัตราการรอดตาย ( ตัว ) ใน pH ที่ต่างกัน	21
ตารางที่ 4 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) จำนวนไรแดงที่รอดตาย	21
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนไรแดงที่เพิ่มขึ้น	22
ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) จำนวนไรแดงที่เพิ่มขึ้น	23

## สารบัญภาพ

1. แสดงลักษณะการวางเพลตเล็กในการทดลองขั้นตอนที่ 1	13-14
2. แสดงลักษณะการวางบีกเกอร์ในขั้นตอนที่ 2	15-16



## บทที่ 1 บทนำ (Introduction)

### ความสำคัญของปัญหา(Statement of the Problem)

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนโดยเฉพาะปลา การอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนเพื่อให้มีอัตราการรอดตายสูงและก่อนเป็นปลาโตเต็มวัยต่อไปนั้นเป็นระยะที่มีความสำคัญมากทั้งนี้เนื่องจากลูกปลาวัยอ่อนต้องการอาหารที่เหมาะสม การใช้อาหารธรรมชาติเช่นพืชและสัตว์ขนาดเล็กๆ เพื่อให้เป็นอาหารแก่ลูกปลาวัยอ่อนจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมเนื่องจากมีสภาพใกล้เคียงธรรมชาติและมีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบกับการให้อาหารธรรมชาติจะไม่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลเกิดการเปลี่ยนแปลงมากจนเป็นอันตรายต่อลูกปลาเหมือนกับการให้อาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูป

ไรแดง(*Moina macrocopa*) หรือมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Water Flea เป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กชนิดหนึ่งที่พบอาศัยอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติและได้ถูกนำมาเป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อนชนิดต่างๆ เช่น ปลาดุกอูย ปลาสวาย ปลาบู่ ปลาสวยงาม โดยทั่วไปไรแดงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะถูกรวบรวมจากแหล่งน้ำใดโครกตามบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีปริมาณที่ไม่แน่นอนในแต่ละวัน ประกอบกับสภาพแวดล้อม ถูกทำลาย และความต้องการไรแดงเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนไรแดงสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้มีนักวิชาการประมงหลายๆ ท่าน ทำการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยวิธีการต่างๆ วิธีการเพาะเลี้ยงไรแดงนั้นนอกจากสูตรอาหารที่มีความสำคัญแล้ว ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการ เช่น ค่า pH ค่า Alkaline และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการขยายพันธุ์ของไรแดงจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเกษตรกรที่ต้องการจะเพาะพันธุ์ไรแดงเพื่ออนุบาลลูกปลาวัยอ่อนหรือเพื่อเพาะพันธุ์เพื่อจำหน่าย ทั้งยังสามารถลดปัญหาการขาดแคลนไรแดงเพื่ออนุบาลสัตว์น้ำให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการศึกษา(Objective of the Study)

1. เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายในช่วง pH ของน้ำที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษา pH ของน้ำที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา(Significance of the Study)

ช่วยให้ผู้ที่ต้องการเลี้ยงไรแดงทราบค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง และช่วยให้เพาะพันธุ์ไรแดงมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น

### ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา(Scope and Limitation)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษา ณ ห้องทดลองภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง โดยทำการศึกษาดังแต่เดือนมีนาคมและสิ้นสุดการทดลองในเดือนพฤษภาคม 2546

### นิยามศัพท์(Operational of Definition terms)

ไรแดง หมายถึง แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีขนาด 0.4 ถึง 1.8 มิลลิเมตร มีลำตัวสีแดง  
เรื่อๆ

อัตราการตาย หมายถึง จำนวนไรแดงที่ตายต่อจำนวนไรแดงทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง  
อัตราการรอดตาย หมายถึง จำนวนไรแดงที่เหลืออยู่ต่อจำนวนไรแดงทั้งหมดที่ใช้ในการ  
ทดลอง

อัตราการขยายพันธุ์ หมายถึง จำนวนไรแดงที่เพิ่มขึ้นจากการเพาะเลี้ยง  
pH หมายถึง ความเป็นกรดเป็นด่าง

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร(Review of Related Literature)

ในการวิจัยครั้งนี้มีการตรวจเอกสารดังนี้

1. ชีวิตประวัติของไรแดง
2. การแพร่ขยายพันธุ์
3. อาหาร
4. องค์ประกอบอาหารในตัวไรแดง
5. คุณสมบัติของด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวะในบริเวณที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่น
6. ปัจจัยต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงไรแดง
7. คุณสมบัติของน้ำบางประการที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
  - 7.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง
  - 7.2 ความกระด้าง
8. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ชีวิตประวัติของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง หรือที่เรียกกันว่าพวก Crustacean มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Moina macrocopa* (Straus) และมีชื่อสามัญว่า Water flea ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดง (*Moina macrocopa*) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีขนาด 0.4 ถึง 1.8 มม. ลำตัวมีสีแดงเรื่อๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะเป็นกลุ่มสีแดงชัดเจนโดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อยมากจะมองเห็นไรแดงสีเข้มมากขึ้น ไรแดงเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ลำตัวอ้วนเกือบกลม มีขนาดเฉลี่ย 1.3 มม. ส่วนเพศผู้เล็กและค่อนข้างยาวกว่า มีขนาดเฉลี่ย 0.5 มม. ตัวอ่อนที่ออกมาจากถุงไข่ของแม่ใหม่ๆจะมีขนาด 0.22 x 0.35 มม.(ภาณุ,2529)

ไรแดงจะมีส่วนหัวกว้าง มีตาขนาดใหญ่ มีแฉกที่ชอกคอ (Cervical Sinus) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่ สั้น ไม่แบ่งเป็นปล้อง ตรงปลายหนวดคู่แรกมีขนเล็กๆ 5-6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก(Sense Hair) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ ตรงปลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนงจะมีจำนวนปล้องไม่เท่ากันโดยแขนงแรกมี 3 ปล้อง และแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนฝาด้านท้องมีหนามเล็กๆ ที่ Post-Abdominal Spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยกเป็น 2 แฉก เรียก Biden ไรแดงเพศผู้ขาคู่แรกมีลักษณะขอเป็นตะขอ (Hook) และหนวดคู่แรกมีขนาดเล็กยาวกว่าเพศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมียบปลายหนดมิซนซึ่งมีตะขอเล็กๆ อยู่ประมาณ 4-5 ตัว แต่ถ้ามีสภาวะไม่เหมาะสมไรแดงเพศเมียจะสร้าง Resting Egg ภายใน Brood Chamber ซึ่งจะมองเห็นไข่สีขาวขุ่นภายใน 2 ใบ

## 2. การแพร่ขยายพันธุ์

ไรแดงเพศเมียจะมีถุงไข่(Brood Sac หรือ Brood Chamber) อยู่ทางส่วนหลังของลำตัว ถุงนี้เป็นที่สร้างไข่และตัวอ่อนเจริญเติบโตภายในถุงนี้ ไข่ในถุงไข่ส่วนมากจะเจริญเติบโตโดยไม่ต้องรับการผสมจากเชื้อตัวผู้ที่เรียกว่า Phatenogenetic Eggs และจะทำให้เกิดเฉพาะไรแดงเพศเมียอย่างเดียวเท่านั้นในสภาวะปกติ แต่ถ้ามีสภาวะไม่เหมาะสม เช่น มีไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่นมากเกินไปอาหารไม่เพียงพอ มีของเสียที่ขับถ่ายออกมา ไข่ชนิด Phatenogenetic Eggs จะทำให้เกิดไรแดงเพศผู้ หลังจากเกิดไรแดงเพศผู้แล้ว ไรแดงเพศเมียจะสร้างไข่อีกแบบเรียกว่า Resting Eggs จะมีขนาดใหญ่กว่า Phatenogenetic Eggs แต่มีจำนวนไข่น้อยกว่า คือ จะมีเพียง 2 ใบ สีขาวขุ่น ( สันทนา , 2529 )

การเจริญเติบโตของไรแดง จากตัวอ่อนที่หลุดออกมาจาก Brood Chamber ของแม่จนเป็นตัวเต็มวัย และสามารถผลิตลูกได้ใช้เวลาประมาณ 48 – 60 ชั่วโมง และจะมีการลอกคราบ 1 ครั้ง ไรแดงแต่ละตัวจะผลิตลูก 2 ครั้ง ใช้ระยะเวลาห่างกัน 24 – 36 ชั่วโมง และในการให้ลูกแต่ละครั้งเฉลี่ยประมาณ 8- 14 ตัว หลังจากไรแดงให้ลูกครั้งที่ 2 หมดแล้ว ตัวแม่ก็จะตาย เมื่อรวมระยะวงจรชีวิตปกติของไรแดงตั้งแต่เกิดจนตายใช้ระยะเวลาประมาณ 96-144 ชั่วโมง หรือ 4-6 วัน (วีระ,2529)

## 3. อาหาร

อาหารไรแดงโดยทั่วๆ ไป จะเป็นพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่อยู่ในน้ำได้แก่ พวกแบคทีเรีย,แพลงก์ตอนสัตว์,แพลงก์ตอนพืช และอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อย ส่วนอุปนิสัยการกินอาหารของไรแดงจากการตรวจพบในทางเดินอาหาร พบว่าพวกแบคทีเรียซึ่งมีทั้งเป็นแบบแท่ง(Bacillus) และแบบกลม(Coccus) นอกจากนี้ยังพบพวก *Euglena sp.* และ *Chlorella sp.* ซึ่งอาหารที่พบในทางเดินอาหารนั้นจะขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่ไรแดงอาศัยอยู่ด้วย เช่นแหล่งน้ำบางแห่งที่มี *Euglena sp.* อยู่มากก็จะพบแต่ *Euglena sp.* เต็มทางเดินอาหารโดยมีทั้งที่ถูกย่อยแล้วและยังไม่ถูกย่อย แต่ถ้าในแหล่งน้ำที่มีพวกแบคทีเรียอยู่มากก็จะพบแต่แบคทีเรียอยู่มากเต็มทางเดินอาหารของไรแดง (สันทนา,2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

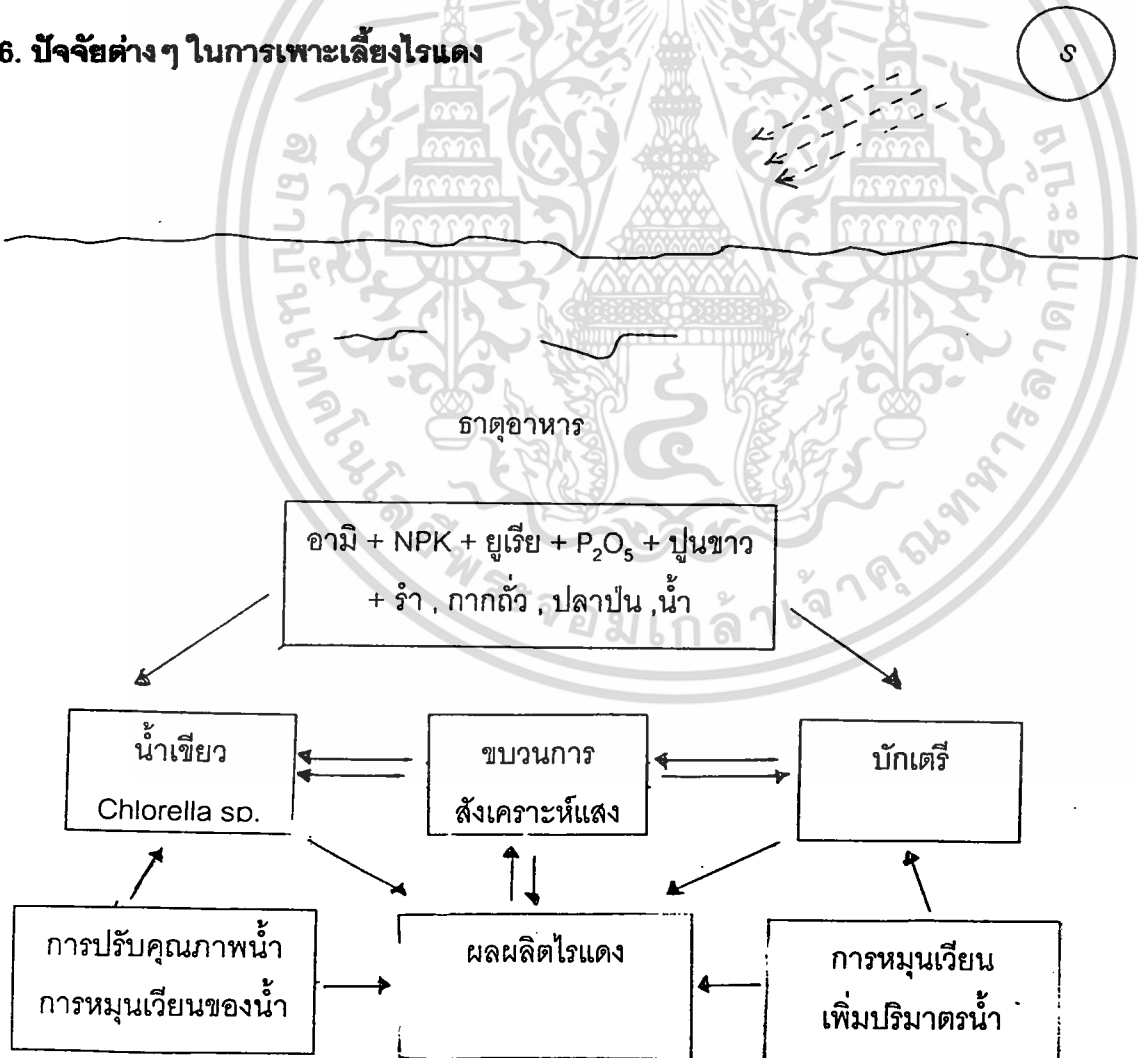
#### 4. องค์ประกอบอาหารในตัวไรแดง

ส่วนประกอบในตัวไรแดงนอกจากน้ำซึ่งมีอยู่ประมาณ 94% แล้ว ถ้าเอาน้ำหนักแห้งของไรแดงมาหาองค์ประกอบอาหารจะพบว่ามีโปรตีนประมาณ 74.09% คาร์โบไฮเดรตประมาณ 12.25% ไขมันประมาณ 1.018% และเถ้าประมาณ 3.46% (สันทนา, 2529)

#### 5. คุณสมบัติของน้ำด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวในบริเวณที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่น

น้ำที่พบไรแดงเกิดขึ้นหนาแน่นส่วนมากจะมีสีเหลืองปนน้ำตาล คล้ายสีของต้มฟางหรือน้ำชาแก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีน้อยมาก 0.5-4.4 มิลลิกรัม/ลิตร pH อยู่ในระหว่าง 7.2-7.8 ฟอสเฟต ประมาณ 3-8 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนีย อยู่ในระหว่าง 1-29 มิลลิกรัม/ลิตร ซิลิกา 8-19 มิลลิกรัม/ลิตร และแคลเซียม 70-150 มิลลิกรัม/ลิตร (สันทนา, 2529)

#### 6. ปัจจัยต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงไรแดง



ที่มา : สันทนา ดวงสวัสดิ์, 2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มผลผลิตของไรแดง ในบ่อนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ พลังงานจากแสงแดดเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ทำให้กระบวนการต่างๆ ในภาพดำเนินไปด้วยดี ปุ๋ยและอาหารต่างๆ ต้องการพลังงานจากแสงแดดในการสลายตัวเพื่อเป็นอาหารของน้ำเขียวและยังก่อให้เกิดบัคเตเรียในน้ำอีกจำนวนมากมายที่เป็นอาหารโดยตรงต่อการเพิ่มไรแดง ขบวนการสังเคราะห์แสง จะใช้ของเสียต่างจำพวกแอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในบ่อ ทำให้คุณสมบัติของน้ำดีขึ้น อีกทั้งการสังเคราะห์แสง การหมุนเวียนของน้ำจะเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำซึ่งเป็นประโยชน์โดยตรงต่อไรแดง การเพิ่มปริมาณน้ำเขียวมากขึ้นและการใส่ยีสต์ก็สามารถช่วยในการเพิ่มผลผลิตของไรแดงได้อย่างมหาศาลเช่นเดียวกัน(ทวี และคณะ,2530)

## 7. คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

คุณสมบัติของน้ำ (Water Quality) หมายถึงคุณสมบัติของน้ำทางฟิสิกส์ เคมี และชีวะ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน และมีความหมายต่อการเพาะเลี้ยง โดยมีผลต่อการเจริญเติบโตช้าหรือเร็ว เกิดการตาย เกิดโรคระบาด ตลอดจนมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ เป็นต้น คุณสมบัติของน้ำมีมากมายหลายประการ แต่ที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีไม่มากนักแต่สามารถที่จะควบคุมจัดการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการได้ ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา หมายถึงสภาพของน้ำที่สามารถทำให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้อย่างปลอดภัย มีการเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้ มีความแข็งแรง ทนทาน และปราศจากโรค

### 7.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อเป็นเครื่องแสดงให้เราทราบว่า น้ำหรือสารละลายมีคุณสมบัติเป็นกรดเป็นด่าง ในการทำปฏิกิริยาต่างๆ ระดับความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดย 7 เป็นจุดกึ่งกลางหากต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด หากสูงกว่าเป็นด่าง ค่า pH ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับภูมิประเทศสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดินและหิน ตลอดจนการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งนั้น และอิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนพืช pH ของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำ พืชน้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำ หากระดับ pH ต่ำกว่า 4.5 พืชน้ำเจริญเติบโตได้ไม่ดีขณะเดียวกันหากค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีผู้แนะนำช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH 4.0 หรือต่ำกว่า เป็นอันตรายทำให้ปลาตายได้

pH 4.0-6.0 ปลาบางชนิดไม่ตาย ผลผลิตจะต่ำ คือการเจริญเติบโตช้าการสืบพันธุ์หยุดชะงัก

pH 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

pH 9.0-11 ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหากต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน

pH 11 หรือมากกว่านั้น เป็นพิษต่อปลา

ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีค่า pH เปลี่ยนแปลงในช่วงกลางวันและกลางคืนเนื่องจาก แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อทำการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูง และจะค่อยๆ ลดตอนกลางคืนเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยคืนกลับมาจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีค่าความเป็นด่าง(Alkalinity) ต่ำจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก pH จะสูง 9-10 ในช่วงบ่าย ดังนั้นการเช็คค่า pH ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรเช็คในเวลา เช้ามืดและช่วงบ่ายเพื่อได้ทราบค่า pH ต่ำสุดและสูงสุดในรอบวันเพื่อที่จะป้องกันแก้ไขได้ทัน กรณีค่า pH สูง 9-10 หากเกิดขึ้นช่วงระยะเวลาสั้นๆ จะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไม่ควรค่า pH เปลี่ยนแปลงเกิน 2 หน่วยในรอบวัน ค่า pH นอกจากจะมีผลต่อสัตว์น้ำโดยตรงแล้วยังมีผลทางอ้อมเช่น ทำให้สารพิษชนิดอื่นๆ แยกตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น pH ระดับสูงขึ้นทำให้เกิดความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นการแทรกของสารพิษบางชนิดเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลายนั้นๆ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในบ่อปลาหากปรากฏว่าน้ำหรือดินในบ่อที่มีสภาพเป็นกรดมากเกินไป จะต้องปรับปรุค่า pH สูงขึ้นจนอยู่ในระดับที่เหมาะสมเสียก่อนจึงใส่ปุ๋ย เพื่อที่จะให้ปุ๋ยสามารถละลายและถูกนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ บ่อเลี้ยงหลายแห่งดินมีสภาพเป็นกรด(Acid Soil) ทำให้น้ำในบ่อมีสภาพเป็นกรดไม่เกิดผลดีต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงต้องปรับปรุโดยเติมปูนขาว(Liming)โดยปูนขาวจะทำปฏิกิริยากับดินช่วยให้ค่า pH ,ค่าความเป็นด่างและความกระด้างสูงขึ้นไปด้วย หากบ่อสร้างใหม่ต้องคอยเช็คคุณภาพน้ำและปรับสภาพน้ำอยู่เสมอ

ปลาแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อกรด-ด่างได้ต่างกัน หากน้ำมีสภาพความเป็นกรดมากเกินไปทำให้ปลามีผิวหนังที่คันชุนขาว ปลาจะว่ายน้ำไปมาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ปลาจะพยายามสูบอากาศและพยายามกระโดดออกจากบ่อ ท้ายที่สุดจะทำให้ปลาตายได้ เช่นเดียวกัน หากน้ำมีสภาพเป็นด่าง(pH 8-9 หรืออาจสูงกว่า) จะทำให้ครีปปลากร่อนและเกิดการระคายเคืองขึ้นที่เหงือก การป้องกันไม่ให้ pH ของน้ำสูงเกินไปทำได้โดยการควบคุมมิให้น้ำมีสีเขียวจัดเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการลดปุ๋ย ลดให้อาหาร พร้อมถ่ายน้ำออกบางส่วนแล้วเติมปูนขาวอัตรา 50-60 กก./ไร่ และไม่ ควรเลี้ยงปลาหนาแน่นเกินไป

ความเป็นต่างของน้ำ หมายถึงคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง โดยความเป็นต่าง ของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่แต่อาจมีพวกบอเรต ซิลิเกต ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ต่างๆ ค่าความเป็นต่างโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่มี ผลเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น ความเป็นกรด-ต่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) และความ กระด้าง Hardness คุณสมบัติของความเป็นต่างต่อแหล่งน้ำเป็นตัวการควบคุมมิให้ pH เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป หากปรากฏว่าแหล่งน้ำมีค่าเป็นต่างต่ำแสดงว่า มี buffering capacity น้อย ค่าความเป็นต่างของน้ำมีค่าแตกต่างกันไป มีค่าตั้งแต่ 25-500 mg/L แหล่งน้ำเสียชุมชนหรือ จากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีค่าเป็นต่างสูง เกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมี ค่าความเป็นต่างระหว่าง 100- 120 mg/L เราสามารถปรับค่าความเป็นต่างให้สูงขึ้นโดยการใส่ปูน ขาว (Liming) การลดความเป็นต่างและความกระด้างจะทำให้ยากไม่นิยมกระทำกัน

ค่าความเป็นต่างกับความกระด้าง (Hardness) มีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่า ความเป็นกรดเป็นต่างใกล้เคียงกัน ค่าความเป็นต่างในน้ำไม่ควร มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว น้ำที่มีค่าความเป็นต่างต่ำจะให้ผลผลิตไม่ดี เช่น การเจริญเติบโต จะต่ำ ฯลฯ

แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อสังเคราะห์แสงในตอนกลางวันทำ ให้ค่า pH สูงขึ้น คือน้ำจะมีสภาพความเป็นกรดเป็นต่างมากขึ้น และค่อยๆลดในตอนกลางคืน เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกปล่อยออกมาจากการหายใจ น้ำที่มีค่าความเป็นต่างต่ำจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6-7.5 ในตอนเช้าหากมีปริมาณแพลงก์ตอนหนาแน่น ค่า pH ในตอนบ่ายอาจจะ สูงถึง 10 หรือมากกว่า ส่วนน้ำที่มีค่าเป็นต่างสูงไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ pH มากนักโดยอาจมี ค่าอยู่ระหว่าง 7.5-8 ในตอนเช้าและเพิ่มเป็น 9 -10 ในช่วงบ่าย ในบ่อที่มีค่าความเป็นต่างสูงมาก ประกอบกับมีค่ากระด้างต่ำค่า pH อาจสูงถึง 11 ในระหว่างที่มีการสังเคราะห์แสง ดังนั้น การวัด ค่า pH จึงควรเช็คในตอนเช้าและช่วงบ่ายเพื่อได้ทราบค่าความเปลี่ยนแปลงต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละวัน( นิรนาม.2546)

## 7.2. ความกระด้าง(Hardness)

ความกระด้างของน้ำ(Water hardness) หมายถึง ปริมาณของเกลือ, แคลเซียมและ แมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ความกระด้างของน้ำแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือความกระด้าง ชั่วคราว(Temporary hardness) โดยเกิดจากสารละลายของ Calcium หรือ Magnesium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bicarbonate เมื่อถูกความกระด้างรวมของน้ำ Total Hardness หมายถึง ผลรวมของความกระด้างชั่วคราวและถาวรโดยอยู่ในรูปของ Calcium Carbonate ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าตั้งแต่ 0-100 mg/l ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของแหล่งน้ำ เราสามารถแบ่งระดับความกระด้างของน้ำได้ดังนี้

ความกระด้าง 0-75 mg/l น้ำอ่อน

ความกระด้าง 75-150 mg/l กระด้างปานกลาง

ความกระด้าง 150-300 mg/l น้ำกระด้าง

ความกระด้าง 300 mg/l ขึ้นไป กระด้างมาก

น้ำทะเลหรือน้ำกร่อยที่มี  $\text{Na}^+$  ปะปนอยู่สามารถทำให้ความกระด้าง ของน้ำสูงขึ้นได้ซึ่งไม่ เป็นความกระด้างที่แท้จริงเรียกว่า Pseudo-Hardness ความกระด้างโดยตัวของมันเองไม่ถือว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) และความเป็นกรดต่าง (pH) น้ำกระด้างยังช่วยลดความเป็นพิษของสารหลาย ชนิด เช่น โลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ฯลฯ น้ำกระด้างปานกลาง หรือสูง เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนน้ำกระด้างอ่อน หรือน้ำฝนไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เราสามารถเพิ่มความกระด้างของน้ำได้โดยการเติมปูนขาว เช่นเดียวกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ

## 8. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของไรแดง กับเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไรแดง พอสสรุปได้ดังนี้

พรณา ลำเลียงผล (2530:บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การเจริญเติบโตแบบ Logistic ของประชากรไรแดง *Moina macrocopa* Straus เลี้ยงในอ่างซีเมนต์กลม ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์มีทั้งหมด 6 ทริทเมนต์ ผลปรากฏว่าเส้นโค้งของการเจริญเติบโตของประชากรไรแดงตั้งแต่วันที่ 1-7 (ในทริทเมนต์มูลไก่, กระบือ, ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 8-8-2) สอดคล้องกับการเจริญเติบโตแบบ Logistic แต่ต่อจากนั้นเส้นโค้งของการเจริญเติบโตจะลดลงและสูงขึ้นอีก มีลักษณะเป็นลูกคลื่น จำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อลิตรตลอดระยะเวลาการศึกษาของแต่ละทริทเมนต์ ในปุ๋ยมูลไก่ กระบือผสมปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 8-8-2 มูลกระบือและสุกร (427.1, 347.0, 315.6 และ 277.5 ตัว/ลิตร ตามลำดับ) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.5$ ) จำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อลิตรในทริทเมนต์ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 8-8-2 และทริทเมนต์ควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุทัยวรรณ เพียนบุญญาจารย์ (2529:บพคัตย่อ) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพการเพิ่มจำนวนไรแดง(*Moina macrocopa* Straus) ในปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 5 ชนิด คือ มูลไก่ โค สุกร ผักตบชวาหมัก ฟางข้าวหมัก(ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดดังกล่าวใช้ในอัตราส่วน 1,2,3,4 และ 5 กรัมต่อน้ำประปาที่ปราศจากคลอรีน 1 ลิตร ตามลำดับ) และอาหารเปรียบเทียบ(Control) (ประกอบด้วยมูลโค เลือดหมู และกากถั่วเหลือง) นำปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดที่เตรียมไว้มาใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 1500มล. ตั้งทิ้งไว้ 3 วัน เพื่อให้เกิดจุลินทรีย์ จากนั้นนำปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 70 มล. แล้วจึงนำไรแดงเพศเมียวัยรุ่น (Adolescent) ที่คัดมาใส่ในหลอดทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หลอดละ 1 ตัว นับจำนวนไรแดงที่เกิดขึ้นทุกวัน จนกระทั่งแม่ไรแดงตาย วางแผนการทดลองแบบ RBC (Randomized Complete Block Design) ซึ่งแต่ละ Block ประกอบด้วย 26 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 100 ซ้ำ ผลการศึกษาเมื่อนับจำนวนลูกไรแดงเฉลี่ยต่อแม่สูงสุด 28.14 กรัม รองลงมาเป็นฟางข้าวหมัก 3 กรัม ผักตบชวาหมัก 5 กรัม และมูลโค 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 27.96 ,25.94,24.34 และ 22.51 ตัวต่อแม่ตามลำดับ และเมื่อนำจำนวนลูกไรแดงเฉลี่ยต่อแม่ของแต่ละทรีทเมนต์ดังกล่าวมาเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ปรากฏว่าแต่ละทรีทเมนต์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ( $p>0.05$ ) พบว่ามูลโค 5 กรัม ฟางข้าวหมัก 3 กรัม ผักตบชวาหมัก 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แตกต่างจากทรีทเมนต์อื่นๆ(ยกเว้นฟางข้าวหมัก 2 กรัม และมูลโค 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) อย่างมีนัยสำคัญ( $p<0.05$ ) และเมื่อนำทรีทเมนต์ทั้ง 3(มูลโค 5 กรัม ฟางข้าวหมัก 3 กรัม ผักตบชวาหมัก 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) มาพิจารณา ค่าคุณลักษณะทางชีววิทยา(Biological Attributes) ปรากฏว่ามูลโค 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ, ประสิทธิภาพการเพิ่มจำนวน, อัตราการเพิ่มที่แท้จริง, ชั่วอายุขัยของกลุ่ม และจำนวนประชากรเพิ่มเป็น 2 เท่า (วัน) สูงสุดเท่ากับ 28.14, 0.54, 1.72, 6.21 และ 1.28 รองลงมาเป็นฟางข้าวหมัก 3 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 27.9, 0.54, 1.72 และ 1.28 ผักตบชวาหมัก 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 25.9, 0.53, 1.89, 6.11 และ 1.31 ตามลำดับ

ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ (2526:บพคัตย่อ) ได้ทำการศึกษาพิษเฉียบพลันของผงซักฟอกที่มีต่อไรแดง 3 ชนิด คือ Fab, Breeze ซึ่ง ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) เป็น surfactant (Hard Detergent) และ White Magic ซึ่งมี LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) เป็น Surfactant (Soft Detergent) ต่อไรแดง (*Moina macrocopa*) โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่ง

ผลการทดลองเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า  $24\text{-hLC}_{50}$  ที่ช่วงความเชื่อมั่น 50% โดยใช้วิธี Litchfield and Wiloxon พบว่าค่าเฉลี่ย  $24\text{-hLC}_{50}$  ของ Fab, Breeze และ White magic เท่ากับ 28.1(23.62-33.43),37.3(34.27-40.59) และ 16.8(14.45-18.88)ppm ตามลำดับ จากค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24-hLC<sub>50</sub> นี้สามารถนำไปประเมินค่าระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของผงซักฟอกต่อสัตว์น้ำ โดยเฉพาะไรแดงในแหล่งน้ำของประเทศไทย ของ Hard และ Soft Detergent คือ 0.237 ppm และ 0.168 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้ผลจากการศึกษายังสรุปได้ว่า Soft Detergent มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อไรแดงรุนแรงกว่า Hard Detergent



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

**บทที่ 3**  
**อุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Research Methodologies)**

**อุปกรณ์**

ไรแดง	480	ตัว
บีกเกอร์ 1 ลิตร	2	ใบ
บีกเกอร์ 250 ลิตร	15	ใบ
แท่งแก้ว	2	อัน
บีเปิด 10 มิลลิลิตร	3	อัน
หลอดหยด	3	อัน
ชั้นตักสาร	1	อัน
จุกยาง	1	อัน
เพลตเล็ก	20	คู่
กล้องวิดีโอ	1	ตัว
กระดาษชำระ	1	ม้วน
NaOH	10	%
HCl	10	%
กระบอกตวง	1	อัน
สายยาง	7	เส้น

**วิธีการทดลอง**

**ขั้นตอนที่ 1**

1. การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 12 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำปรับค่า pH ของน้ำที่แตกต่างกันคือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 เป็นตัว Control ใช้น้ำกลั่น ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_1R_1$   $T_1R_2$   $T_1R_3$

ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 3 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_2R_1$   $T_2R_2$   $T_2R_3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทริทเมนต์ที่ 3 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_3R_1$   $T_3R_2$   $T_3R_3$

ทริทเมนต์ที่ 4 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 5 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_4R_1$   $T_4R_2$   $T_4R_3$

ทริทเมนต์ที่ 5 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_5R_1$   $T_5R_2$   $T_5R_3$

ทริทเมนต์ที่ 6 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 7 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_6R_1$   $T_6R_2$   $T_6R_3$

ทริทเมนต์ที่ 7 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 8 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_7R_1$   $T_7R_2$   $T_7R_3$

ทริทเมนต์ที่ 8 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 9 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_8R_1$   $T_8R_2$   $T_8R_3$

ทริทเมนต์ที่ 9 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 10 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_9R_1$   $T_9R_2$   $T_9R_3$

ทริทเมนต์ที่ 10 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 11 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_{10}R_1$   $T_{10}R_2$   $T_{10}R_3$

ทริทเมนต์ที่ 11 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 12 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_{11}R_1$   $T_{11}R_2$   $T_{11}R_3$

ทริทเมนต์ที่ 12 ใช้ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 13 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

$T_{12}R_1$   $T_{12}R_2$   $T_{12}R_3$

รูปแบบผังการทดลอง เพื่อหาอัตราการรอดตาย

$T_1R_1$ $T_1$	$T_1R_2$	$T_1R_3$
$T_2R_1$	$T_2R_2$	$T_2R_3$
$T_3R_1$	$T_3R_2$	$T_3R_3$
$T_4R_1$	$T_4R_2$	$T_4R_3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T_5R_1$	$T_5R_2$	$T_5R_3$
$T_6R_1$	$T_6R_2$	$T_6R_3$
$T_7R_1$	$T_7R_2$	$T_7R_3$
$T_8R_1$	$T_8R_2$	$T_8R_3$
$T_9R_1$	$T_9R_2$	$T_9R_3$
$T_{10}R_1$	$T_{10}R_2$	$T_{10}R_3$
$T_{11}R_1$	$T_{11}R_2$	$T_{11}R_3$
$T_{12}R_1$	$T_{12}R_2$	$T_{12}R_3$

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะการวาง เพลตเล็ก ในการทดลองชั้นตอนที่ 1

1. ใส่น้ำลงไปในเพลตเล็ก แต่ละซ้า ซ้าละ 5 ml
2. นำไรแดงใส่ลงไปในเพลตเล็ก ในแต่ละซ้า ซ้าละ 10 ตัว
3. บันทึกผลอัตราการรอดตาย ในชั่วโมงที่ 1,2,3,...,18 จากนั้นนำผลที่ได้ที่เหมาะสมไป

ทำการทดลองในชั้นตอนต่อไป

### ชั้นตอนที่ 2

นำผลที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1 มาทำการทดลอง

1. เลี้ยง Chlorella Medium จากสูตรอาหาร

$KNO_3$	1.25	กรัม
$KH_2PO_4$	1.25	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	1.0	กรัม
$CaCl_2$	0.084	กรัม
$H_3BO_3$	0.114	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.050 กรัม
ZNSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.088 กรัม
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.014 กรัม
MoO <sub>3</sub>	0.007 กรัม
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.016 กรัม
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.005 กรัม
EDTA	1000 กรัม

เลี้ยงจนกระทั่งน้ำเป็นสีเขียวจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 7 วัน

2. นำ Chlorella ที่เลี้ยงไว้มาแบ่งใส่ บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 100 ml แบ่งการทดลองเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นตัว Control ใช้น้ำกลั่น ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>1</sub>R<sub>1</sub> T<sub>1</sub>R<sub>2</sub> T<sub>1</sub>R<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 2 ใช้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>2</sub>R<sub>1</sub> T<sub>2</sub>R<sub>2</sub> T<sub>2</sub>R<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 3 ใช้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5-6 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>3</sub>R<sub>1</sub> T<sub>3</sub>R<sub>2</sub> T<sub>3</sub>R<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 4 ใช้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 7-8 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>4</sub>R<sub>1</sub> T<sub>4</sub>R<sub>2</sub> T<sub>4</sub>R<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 5 ใช้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 9-10 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>5</sub>R<sub>1</sub> T<sub>5</sub>R<sub>2</sub> T<sub>5</sub>R<sub>3</sub>

กลุ่มที่ 6 ใช้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่าหรือเท่ากับ 11 ใช้อักษรย่อในการทดลองว่า

T<sub>6</sub>R<sub>1</sub> T<sub>6</sub>R<sub>2</sub> T<sub>6</sub>R<sub>3</sub>

รูปแผนผังการทดลองเพื่อหาการขยายพันธุ์ของไรแดง

T<sub>1</sub>R<sub>1</sub> T<sub>1</sub>

T<sub>1</sub>R<sub>2</sub> T<sub>1</sub>

T<sub>1</sub>R<sub>3</sub> T<sub>1</sub>

T<sub>2</sub>R<sub>1</sub> T<sub>1</sub>

T<sub>2</sub>R<sub>2</sub> T<sub>1</sub>

T<sub>2</sub>R<sub>3</sub> T<sub>1</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T_3R_1$	$T_3R_2$	$T_3R_3$
$T_4R_1$	$T_4R_2$	$T_4R_3$
$T_5R_1$	$T_5R_2$	$T_5R_3$
$T_6R_1$	$T_6R_2$	$T_6R_3$

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการปักเกอร์ในการทดลองขั้นตอนที่ 2

- นำไธแดงใส่ลงไปในปักเกอร์แต่ละซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว
- หลังจากนั้น 3 วัน นับจำนวนไธแดงที่เพิ่มขึ้น บันทึกผล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดเค้าโครงตารางวิเคราะห์ข้อมูล : ตารางวิเคราะห์ข้อมูลของแผนการทดลองแบบ CRD เป็นตารางที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด ดังแสดงในตาราง ตารางที่ 1 ตารางแสดงโครงสร้างตารางวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองแบบ CRD

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean Square	F - value
Treatments	t-1	$\frac{(\sum_{11} X^2_{11}) - C.F.}{r}$	Tr S.S./Tr d.f.	
Error	t (r-1)	Total SS - Tr ss	Error S.S./Error s.s. d.f.	
Total	(t) (r) - 1	$\sum_{1.1j} X^2_{1.1j} - C.F.$		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนวณค่า Degree of freedom (d.f.) เพื่อให้การคำนวณค่าต่างๆ สามารถนำไปใช้กับการทดลองใดๆ ก็ได้ที่ใช้แผนทดลองนี้ จึงจะมีการกำหนดสัญลักษณ์แทนค่าต่างๆ ตามขั้นตอนที่จำเป็นสมมติให้

$t =$  จำนวนสิ่งทดลอง

$r =$  จำนวนซ้ำ

- ค่า Total d.f. หาได้จาก  $(t)(r) - 1$
- ค่า Treatment d.f. หาได้จาก  $t - 1$
- ค่า Error หาได้จาก Total d.f. - Treatment d.f. หรือหาได้จาก  $t(r - 1)$

2. คำนวณค่า Sum of Square (SS)

ถ้าเราสมมติให้  $x_{ij}$  (แทนค่าจากหน่วยทดลองของ Treatment ที่  $i$  และ ซ้ำที่  $j$ )

โดย  $i = 1, \dots, t$

$j = 1, \dots, r$

3. การคำนวณค่า Sum of Square (SS) ควรทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

3.1) หาค่า Correction Factor (C.F.)

$$= \frac{(x_{..})^2}{tr}$$

3.2) หาค่า Total SS

$$= \sum_{i,j} x_{ij}^2 - C.F.$$

3.3) หาค่า Treatment SS

$$= \frac{(\sum_{i,j} x_{ij}^2)}{r} - C.F.$$

3.4) หาค่า Error SS

$$= \text{Total SS} - \text{Treatment SS}$$

3.5) หาค่า Mean Square MS

$$= \frac{\text{SS Tr}}{\text{d.f. Tr}}$$

3.6) หาค่า MS Error

$$= \frac{\text{SS Error}}{\text{d.f. Error}}$$

#### 4. นำค่าที่ได้ไปใส่ตาราง ANOVA

#### 5. เปิดค่า F จากตาราง F (Appendix C)

นำค่า F จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับค่า F จากตาราง ถ้าค่า F จากการคำนวณสูงกว่าค่าจากตารางที่  $P = 0.05$  สรุปได้ว่า Treatment ที่เรานำมาเปรียบเทียบกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % นิยมใช้ \* ใส่ไว้เหนือค่า F ในตาราง ANOVA ค่า F จากการคำนวณสูงกว่าค่าจากตารางที่  $P = 0.01$  ด้วย จึงสรุปว่า Treatment ต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติซึ่งนิยมใส่ \*\* ไว้ที่ค่า F ในตาราง ANOVA

#### 6. หาค่า Coefficient of variation (C.V.) ของการทดลองนี้ได้จากสูตร

$$C.V. = \frac{\sqrt{\text{Error MS}}}{\text{Grand mean}} \times 100$$

ค่า C.V. ที่คำนวณได้เป็นเครื่องชี้ความเชื่อมั่นหรือความน่าเชื่อถือในการทดลองว่าจะมีความน่าเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดค่า C.V. จะเป็นปฏิภาคกลับกับความน่าเชื่อถือของการทดลอง กล่าวคือ ค่า C.V. ยิ่งมีค่าสูงเท่าใด ความเชื่อถือในการทดลองก็จะน้อยลงเท่านั้น ในทางตรงข้าม ค่า C.V. ยิ่งมีค่าน้อยลงเท่าใดความเชื่อถือในการทดลองก็ยิ่งมีมากเท่านั้นค่า C.V. ที่ยอมรับสำหรับการทดลองโดยทั่วไปไม่ควรเกิน 25 % ( วิชา , 2536 )

#### การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Least Significant Difference test

วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ใช้ในการเปรียบเทียบค่า Treatment เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LSD_{(\alpha)} = t_{(\alpha)} (d.f \text{ Error}) \sqrt{MS (1/n_1 + 1/n_2)}$$

$$= t (d.f \text{ error} \sqrt{MS \text{ Error}/n}) \text{ เมื่อ } n_1 = n_2$$

เมื่อ  $LSD_{(\alpha)} = LSD$  ที่ระดับการเปรียบเทียบซึ่งโดยทั่วไปนิยมทำการเปรียบเทียบที่ระดับ

5 % และ 1%

MS Error = ค่า error square

$n_1$  = จำนวน treatment

$n_2$  = จำนวนซ้ำของ treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเปรียบเทียบ ถ้าหากความแตกต่างระหว่างคู่ Mean ที่นำมาเปรียบเทียบมีค่าน้อยกว่าค่า LSD ที่ระดับ 5% แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างค่า mean ทั้งสอง แต่ถ้าค่าความแตกต่างระหว่างคู่ mean มีค่ามากกว่า LSD ที่ระดับ 5% แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างค่า mean ทั้งสองและถ้าหากความแตกต่างระหว่างคู่ mean มีค่ามากกว่า LSD ที่ระดับ 1% แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในระหว่างค่า mean ทั้งสอง

### ตารางการปฏิบัติงาน(Schedule of activities)

#### ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาดำเนินงานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนพ.ศ.2545-เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2546

ลำดับที่ การดำเนินการ	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	พ.ค.
ศึกษาโครงร่าง	→					
นำเสนอโครงร่าง	→					
ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล			→			
วิเคราะห์ข้อมูล				→		
สรุปและจัดรูปเล่ม						→

#### งบประมาณที่ใช้

ค่ากระดาษ	150	บาท
ค่าถ่ายเอกสาร	500	บาท
ค่าเช่าเล่ม	300	บาท
ค่าเบ็ดเตล็ด	500	บาท
รวมทั้งสิ้น	1450	บาท

หมายเหตุ สาร HCL และ NaOH ได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discssion)

#### 1. อัตราการรอดตาย

จากการศึกษา pH ที่เหมาะสมต่ออัตราการรอดตายของไรแดงพบว่า pH ของน้ำกลั่นมีอัตราการรอดตาย 90.0% pH ที่ 3 ไม่มีอัตราการรอดตาย pH ที่ 4 มีอัตราการรอดตาย 66.7% pH ที่ 5 มีอัตราการรอดตาย 70.0% pH ที่ 6 มีอัตราการรอดตาย 73.3% pH ที่ 7 มีอัตราการรอดตาย 76.7% pH ที่ 8 มีอัตราการรอดตาย 63.3% pH ที่ 9 มีอัตราการรอดตาย 53.3% pH ที่ 10 มีอัตราการรอดตาย 50.0% pH ที่ 11 มีอัตราการรอดตาย 3.33% pH ที่ 12 และ pH ที่ 13 ไม่มีอัตราการรอดตาย ดังตารางที่ 3 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบพบว่า pH ของน้ำต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  มีค่า C.V. = 14.17% ดังตารางที่ 4 เมื่อนำค่า pH ของน้ำมาเปรียบเทียบกันเป็นคู่ โดยวิธี LSD พบว่า pH ของน้ำกลั่น ( $T_1$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ pH ที่ 3 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 3 ( $T_2$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ pH ที่ 4 ถึง pH ที่ 9 แต่ในช่วง pH ที่ 10 ถึง pH ที่ 13 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ pH ที่ 4 ( $T_3$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับ pH ที่ 5 และ pH ที่ 6 แต่ในช่วง pH ที่ 7 ถึง pH ที่ 13 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ pH ที่ 5 ( $T_4$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเทียบกับ pH ที่ 6 แต่ในช่วง pH ที่ 7 ถึง pH ที่ 13 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ pH ที่ 6 ( $T_5$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ pH ที่ 7 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 7 ( $T_6$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ pH ที่ 8 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 8 ( $T_7$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ pH ที่ 9 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 9 ( $T_8$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ pH ที่ 10 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 10 ( $T_9$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ pH ที่ 11 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 11 ( $T_{10}$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับ pH ที่ 12 ถึง pH ที่ 13 pH ที่ 12 ( $T_{11}$ ) มีผลทำให้อัตราการรอดตายของไรแดงไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับ pH ที่ 13 ( $T_{12}$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงอัตราการรอดตาย ( ตัว ) ใน pH ที่ต่างกัน

treatment	replication			total	mean	%
	1	2	3			
1) control	9	9	9	27	9.00 <sup>a</sup>	90.00
2) pH 3	0	0	0	0	0.00 <sup>f</sup>	0.00
3) pH 4	6	7	7	20	6.67 <sup>be</sup>	66.67
4) pH 5	8	6	7	21	7.00 <sup>be</sup>	70.00
5) pH 6	8	7	7	22	7.33 <sup>be</sup>	73.33
6) pH 7	9	7	7	23	7.67 <sup>b</sup>	76.67
7) PH 8	6	6	7	19	6.33 <sup>cd</sup>	63.33
8) pH 9	6	5	5	16	5.33 <sup>de</sup>	53.33
9) pH 10	4	5	6	15	5.00 <sup>e</sup>	50.00
10) pH 11	0	1	0	1	0.33 <sup>f</sup>	3.33
11) pH 12	0	0	0	0	0.00 <sup>f</sup>	0.00
12) pH 13	0	0	0	0	0.00 <sup>f</sup>	0.00

ตารางที่ 4 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ( ANOVA ) จำนวนไรแดงที่รอดตาย

Source of Variation	df	Ss	ms	F	F.05	F0.1
Treatment	11	394.89	35.90	86.16	2.25	3.17
Exp.Error	24	10.00	0.42			
Total	35	404.90	11.57			

Grand mean = 4.55

C.V. = 14.17%

LSD .05 = 1.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. อัตราการขยายพันธุ์

จากการศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง พบว่าช่วง pH ของน้ำกลั่นมี อัตราขยายพันธุ์ 7.00 ตัวต่อแม่ไรแดง1ตัว ช่วง pHที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 มีอัตราการขยายพันธุ์ 4.33 ตัวต่อแม่ไรแดง1ตัว ช่วง pHที่ 5-6 มีอัตราการขยายพันธุ์ 6.00 ตัวต่อแม่ไรแดง1ตัว ช่วง pHที่ 7-8 มีอัตราการขยายพันธุ์ 10.33 ตัวต่อแม่ไรแดง1ตัว ช่วง pHที่ 9-10 มีอัตราการขยายพันธุ์ 7.33 ตัวต่อแม่ไรแดง1ตัว ช่วง pHที่มากกว่าหรือเท่ากับ 11 ไม่มีอัตราการขยายพันธุ์ ดังตารางที่ 5 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบพบว่า อัตราการขยายพันธุ์ของไรแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  ค่า C.V. = 18.52% ดังตารางที่ 6 เมื่อนำข้อมูลของอัตราการขยายพันธุ์มาเปรียบเทียบกันเป็นคู่โดยวิธี LSD พบว่า มีเพียง pH ของน้ำกลั่น และช่วง pHที่ 9-10 เท่านั้นที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนไรแดงที่เพิ่มขึ้น ( ตัว )

treatment	replication		total	Mean	อัตราการขยายพันธุ์/ตัว	
control	70	60	80	210	70.00 <sup>be</sup>	7.00
pH ≤ 4	40	50	40	130.00	43.33 <sup>c</sup>	4.33
pH 5-6	60	70	50	180.00	60.00 <sup>be</sup>	6.00
pH 7-8	120	110	80	310.00	103.00 <sup>a</sup>	10.30
pH 9-10	80	70	70	220.00	73.33 <sup>b</sup>	7.33
pH ≥ 11	0	0	0	0.00	0.00 <sup>f</sup>	0.00

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) จำนวนไรแดงที่เพิ่มขึ้น

Source of Variation	df	Ss	ms	F	F.05	F0.1
Treatment	5	18050.00	3610.00	30.94	3.11	5.06
Exp.Error	12	1400.00	116.68			
Total	17	19450.00	1144.19			

Grand mean = 58.33 %

C.V. = 18.52 %

LSD.05 = 19.22

#### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษา pH ที่เหมาะต่ออัตราการรอดตายของไรแดง พบว่า pH ที่ 7 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด 76.67% (ไม่รวม pH ของน้ำกลั่น) รองลงมาคือ pH ที่ 6 มีอัตราการรอดตาย 73.33% และ pH ที่ 2 pH ที่ 11 ถึง pH ที่ 13 ไม่มีอัตราการรอดตาย หลังจากหาอัตราการรอดตายแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาหาการขยายพันธุ์ของไรแดงในช่วง pH ต่างๆ จากการศึกษาพบว่า ในช่วง pH 7-8 มีอัตราการขยายพันธุ์เฉลี่ยรวมมากที่สุดคือ 10.3 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว รองลงมาคือช่วง pH 9-10 มีอัตราการขยายพันธุ์ 7.33 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว และช่วง pH ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 11 ไม่มีอัตราการรอดตาย เมื่อหาอัตราการรอดตายและอัตราการขยายพันธุ์แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่า pH ที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองคือ pH ที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับบทความเรื่องปลาสวยงาม (หน้า 7)

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation)

จากการศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดง โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการทดลองหาอัตราการรอดตายของไรแดง โดยแบ่งการทดลองเป็น 12 ทรีทเมนต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในขั้นตอนที่ 1 พบว่า อัตราการรอดตายสูงที่สุดคือ pH ที่ 7 มีอัตราการรอดตาย 76.67 (ไม่รวม pH ของน้ำกลั่น) ส่วน pH ที่ 3 และ pH ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 11 ไม่มีอัตราการรอดตาย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบพบว่า pH ของน้ำต่างๆมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  มีค่า C.V. = 14.17 % ในขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดลองศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของไรแดงโดยแบ่งเป็น 6 ทรีทเมนต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าในช่วง pH 7-8 มีอัตราการขยายพันธุ์เฉลี่ยรวมมากที่สุดคือ 10.30 ตัวต่อแม่ไรแดง 1 ตัว และ pH ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 11 ไม่มีอัตราการขยายพันธุ์ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติเปรียบเทียบพบว่า pH ของน้ำต่างๆมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  มีค่า C.V. = 18.52% เมื่อหาอัตราการรอดตายและอัตราการขยายพันธุ์แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบโดยวิธี LSD พบว่า pH ที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองคือ pH ที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เอกสารอ้างอิง

ทวี วิพุทธานุมาศ, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, ทศนีย์ สุขสวัสดิ์. 2530. การเพาะเลี้ยงไรแดง. สถานี  
ประมงน้ำจืดจังหวัดประทุมธานี.

ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์. 2526. พืชเลี้ยงปลาน้ำจืดของผดุงชักฟอกที่มีต่อไรแดง. วิทยานิพนธ์  
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

วิทยา บัวเจริญ. 2536. สถิติหลักการวางแผนทดลอง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วีระ วัชรกรโยธิน. 2530. การศึกษาผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเพาะเลี้ยงไรแดงรายงาน  
ประจำปี 2530. สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดประทุมธานี.

พรณา ลำเลียงผล. 2530. การเจริญเติบโตแบบ Logistic ของประชากรไรแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ย  
อินทรีย์และอนินทรีย์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สัตววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
กรุงเทพมหานคร.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. 2529. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า รายงานประจำปี 2529. สถานีประมง  
น้ำจืดจังหวัดประทุมธานี.

สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2529. ชีวประวัติการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 3 สถาบัน  
ประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.

อุทัยวรรณ เทียนบุญอาจารย์. 2529. ประสิทธิภาพการเพิ่มจำนวนไรแดงในปุ๋ยอินทรีย์.  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สัตววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

นรินาม. 2546. "บทความเรื่องปลาสวยงาม". เข้าถึงได้จาก : <http://www.NICA.com>.