

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง วิธีการเก็บรักษาไรแดงด้วยอุณหภูมิต่ำ

Using low temperature for preservation of water fea , *Moina macrocopa*

ชื่อนักศึกษา นางสาวกนกทิพย์ กาญจนวัฒนา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารองรับแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๒๙ เดือน ๗.๑. พ.ศ. ๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

วิธีการเก็บรักษาไรแดงด้วยอุณหภูมิต่ำ

Using low temperature for preservation of water fea , *Moina macrocopa*



T099271



217.  
ก1247  
9549

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 99271  
วัน,เดือน,ปี.....

b. 11883236  
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520  
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทความวิจัยพิเศษ

### เรื่อง

#### วิธีการเก็บรักษาไรแดงด้วยอุณหภูมิต่ำ

Using low temperature for preservation of water fea ,*Moina macrocopa*

การทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไรแดง โดยทำการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำเขียว (*Chorella* sp.) แบ่งการทดลองเป็นแบบปิดฝาและเปิดฝา ที่อุณหภูมิ 5 10 15 และ 30 (ควบคุม) องศาเซลเซียส และ แต่ละอุณหภูมิแบ่งเป็น 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าไรแดงจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นมากที่สุดที่ 15 องศาเซลเซียส ที่เวลา 24 ชั่วโมง แบบปิดฝาเท่ากับ  $143.75 \pm 6.70$  เปอร์เซ็นต์ และแบบเปิดฝาเท่ากับ  $274.30 \pm 22.35$  เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 96 ชั่วโมง อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส จะมีอัตราการรอดของไรแดงแบบปิดฝาเท่ากับ  $106.24 \pm 11.60$  เปอร์เซ็นต์ และอัตราการรอดของไรแดงแบบเปิดฝาเท่ากับ  $76.39 \pm 1.39$  เปอร์เซ็นต์ จะเก็บได้นาน 96 ชั่วโมง (4 วัน) ควรเก็บรักษาแบบปิดฝาชวดจะดีกว่าเนื่องจาก มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของไรแดงที่สูงกว่าแบบเปิดฝาชวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษที่ได้แนะแนวทางในการดำเนินการทดลอง และคอยให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณที่บุปผา จงพัฒน์ พี่นภพล เผ่าพนัส(พี่โก๋) และพี่แสง ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่

ขอขอบคุณ คุณวิมาลา สังข์เสื่อ ที่คอยช่วยเหลืออย่างมากในด้านรูปเล่ม และคำแนะนำที่ตลอดการทำงาน

ขอขอบคุณ คุณภัทรพล ทองดี ที่ช่วยเหลือในเรื่องการแปลเอกสารภาษาอังกฤษ

ขอขอบคุณ คุณชนวีศรี อุดมพันธ์ ที่ช่วยเพาะไรแดงที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณวันวิสาข์ บุญเรือง สำหรับแผ่นโปรแกรม spss ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณพรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์ คุณสุภิญญา ศรีงาม คุณรัชนีวรรณ เกิดแก้ว ที่คอยเป็นกำลังใจและมาอยู่เป็นเพื่อนยามวิกาล

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจ และเป็นแหล่งทุนทรัพย์ให้กับข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นางสาวกนกทิพย์ กาญจนวัฒนา

พฤษภาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	5
ผลการทดลองและวิจารณ์	8
สรุปผลการทดลอง	12
เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ปิดฝาแต่ละ อุณหภูมิ	10
2	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ ปิดฝา	11
3	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่เปิดฝา แต่ละอุณหภูมิ	12
4	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ เปิดฝา	13
		
ตารางผนวกที่		หน้า
1	ข้อมูลที่ยังไม่ทำการวิเคราะห์อัตราการรอดของจำนวนไรแดง (ตัว)	14
2	ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์อัตราการรอดของจำนวนไรแดง (เปิดฝา)	15
3	ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์อัตราการรอดของจำนวนไรแดง (ปิดฝา)	17
4	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 5 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)	19
5	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 10 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)	20
6	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 15 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)	21
7	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 30 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)	22
8	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 12 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	23
9	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	24
10	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 48 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	25
11	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 96 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไรแดง (moina macrocopa)	3
2	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ปิดฝาแต่ ละอุนหมุมิ	10
3	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่เปิดฝาแต่ ละอุนหมุมิ	11

ตารางผนวกภาพที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิตั้งที่ 5 องศา เซลเซียส	19
2	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิตั้งที่ 10 องศา เซลเซียส	20
3	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิตั้งที่ 15 องศา เซลเซียส	21
4	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิตั้งที่ 30 องศา เซลเซียส	22
5	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 12 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	23
6	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	24
7	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 48 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	25
8	ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 96 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)	26
9	ค่าเฉลี่ยรวม 4 วันของอัตราการรอดตายของไรแดง (เปอร์เซ็นต์)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ไรแดง เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง สำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนโดยเฉพาะสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้งปลาสวยงามเช่น ปลาปอมปาดัวร์ ปลากัด กุ้งก้ามกราม ปลากะพง ปลานิล ปลาเทโพ ปลาเทพาและปลาดุกอุย ดังนั้นการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนด้วยไรแดงจึงทำให้อัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อนสูงมาก ไรแดงน้ำหนักแห้งประกอบด้วย โปรตีน 74.09 เปอร์เซ็นต์ , คาร์โบไฮเดรต 12.50 เปอร์เซ็นต์ ,ไขมัน10.19 เปอร์เซ็นต์ , เถ้า 3.47 เปอร์เซ็นต์ (www.google.com)

ในอดีตไรแดงส่วนใหญ่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำโสโครกตามบ้านเรือน โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีปริมาณที่ไม่แน่นอน ปัจจุบันไรแดงจากธรรมชาติมีปริมาณลดลงเพราะสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เปลี่ยนไปในขณะที่ความต้องการไรแดงกลับเพิ่มขึ้น ทำให้ประสบปัญหาการขาดแคลนไรแดงในการอนุบาล สัตว์น้ำวัยอ่อนมากขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนไรแดง ในปัจจุบันจึงมีเกษตรกรหันมาสนใจเลี้ยงไรแดงเพื่อการค้าขายเป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน แต่อาจมีปัญหากในการเลี้ยง คุณหมุมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผลต่ออัตราการตายของไรแดง เราจึงทำการศึกษาถึงคุณหมุมิที่จะทำการเก็บรักษาไรแดงให้ได้ยาวนานที่สุด โดยที่ไรแดงยังมีชีวิตอยู่ โดยปกติแล้วจะทำการเก็บรักษาไรแดงโดยวิธีการแพ็คใส่ถุงพลาสติก แต่ในการทดลองเราจะทำการเก็บรักษาไรแดง โดยการใส่ไรแดงในขวดแก้ว

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงคุณหมุมิที่สามารถเก็บรักษาไรแดงได้ยาวนานที่สุด

### ประโยชน์ที่จะได้รับ

เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนไรแดง ที่มีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

อุณหภูมิเป็นปัจจัยธรรมชาติอีกปัจจัยหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ยาก จะมีผลต่อผลผลิตของไรแดงโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิต่ำก็ทำให้ผลผลิตไรแดงต่ำ และเมื่ออุณหภูมิสูงถึงจุดที่เหมาะสมก็จะทำให้ผลผลิตไรแดงสูงขึ้นระยะเวลาเพาะไรแดงก็จะเร็วขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้การเพาะไรแดงใช้เวลาน้อยลงแต่ได้ผลผลิตสูงขึ้น แต่ในทางกลับกันถ้าเราต้องการเก็บรักษาเพื่อการขนส่งไรแดงเราจะต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสเพื่อเป็นการลดกิจกรรมของไรแดงเพื่อที่มันจะได้ไม่เครียด และเป็นการลดการตายของไรแดงระหว่างขนส่ง

### ชีวประวัติ รูปร่าง และ ลักษณะของไรแดง

ไรแดง เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง หรือ เรียกว่า crustacean มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Moina macrocopa* และมีชื่อสามัญว่า Water flea เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่งมีขนาด 0.4 - 1.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีแดงเรื่อ ๆ ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะมองเห็นไรแดงมีสีแดงเข้ม ไรแดงเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ลำตัวอ้วนเกือบกลมมีขนาดเฉลี่ย 1.3 มิลลิเมตร ส่วนเพศผู้ตัวเล็กและค่อนข้างยาวกว่า มีขนาดเฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร ตัวอ่อนที่ออกมาจากถุงไข่ของแม่ใหม่ ๆ จะมีขนาด 0.22 - 0.35 มิลลิเมตร มีสีจางกว่าตัวเต็มวัย ในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ไรแดง จะมี ประชากร เพศผู้ 5 เปอร์เซ็นต์ เพศเมีย 95 เปอร์เซ็นต์ (<http://www.udomratfarm.com/raidang.html>)

### การสืบพันธุ์ของไรแดง

ไรแดง มีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไรแดงเพศเมียจะไข่แล้วฟักเป็นตัว โดยไม่ต้องผสมกับไรแดงเพศผู้ โดยปกติไรแดงจะมีอายุระหว่าง 4 - 6 วัน แพร่พันธุ์ได้ 1 - 5 ครั้ง หรือเฉลี่ย 3 ครั้ง ๆ ละ 19 - 23 ตัว ทั้งนี้ สภาวะแวดล้อมจะต้องเหมาะสม แบบที่ 2 เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ในสภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ความเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสมหรือ ขาดแคลนอาหาร ไรแดงจะเพิ่มปริมาณเพศผู้มากขึ้นแล้ว ไรแดงเพศเมียจะสร้างไข่ขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะต้องได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้แล้วสร้างเปลือกหุ้มหนา แม่ 1 ตัว จะให้ไข่ชนิดนี้ 2 ฟอง หลังจากนั้นตัวเมียก็จะตาย เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้น ไข่จะถูกทิ้งไว้อยู่กันป่อหรือกันแหล่งน้ำนั้น ๆ ไข่เปลือกแข็งนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้นาน และจะฟักออกเป็นตัวเมื่อสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้น และมีอาหารอุดมสมบูรณ์ (<http://www.google.com>.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ไรแดง (*moina macrocopa*)

ที่มา : Ruedeeekorn *et al.* (2002)

### การลำเลียงขนส่งไรแดง

การขนส่งไรแดงนั้นควรลดกิจกรรมการดำเนินชีวิตของไรแดง โดยบรรจุไรแดงในอุณหภูมิต่ำเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานต่างๆในตัวให้น้อยที่สุด ในระหว่างการลำเลียงนั้นควรให้อุณหภูมิในถังเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ ไม่รวดเร็วและช่วงกว้างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่มากนักจนเป็นอันตรายต่อไรแดง การขนส่งไรแดงที่ยังมีชีวิตอยู่ควรทำดังนี้

(1.) การขนส่งไรแดงโดยวิธีนำไรแดงแช่ในน้ำแข็งประมาณ 1-2 วินาทีเพื่อลดกิจกรรมและระบบเผาผลาญพลังงานในตัวเอง แล้วรีบบรรจุในน้ำสะอาด และมีน้ำแข็งคลุมรอบนอกถัง เป็นวิธีที่ดีที่สุด

(2.) การขนส่งไรแดงในระยะทางใกล้ๆ ซึ่งใช้ระยะเวลา 2-3 ชั่วโมงนั้นไม่จำเป็นต้องใช้ไรแดงแช่ในน้ำแข็ง แต่ควรนำไรแดงมาบรรจุในน้ำสะอาดแล้วอัดออกซิเจน คลุมน้ำแข็งรอบๆ แล้วขนส่งไรแดงในรถที่มีเครื่องปรับอากาศก็จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งมากขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถหาน้ำแข็งได้ก็สามารถขนส่งในรถที่มีเครื่องปรับอากาศได้

(3.) การลำเลียงไรแดงในลักษณะแช่แข็งก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง เช่นเดียวกันโดยนำไรแดงไปแช่แข็งในตู้เย็นและให้ไรแดงแข็งโดยเร็ว เพื่อความสด วิธีนี้สามารถเก็บไว้ได้นานและยังสดอยู่เสมอ แต่ไรแดงที่ได้เป็นไรแดงที่ตายแล้ว สัตว์น้ำวัยอ่อนจะชอบกินไรแดงสดมากกว่าไรแดงที่แช่แข็ง การให้อาหารลูกปลาลูกกุ้งวัยอ่อนควรให้ครั้งละน้อยๆ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียได้ง่าย ([http://www.fisheries.go.th/Dof\\_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer\\_index.htm](http://www.fisheries.go.th/Dof_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer_index.htm))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเก็บรักษาไรแดง

(1.) ใช้วิธีการเก็บโดยการแช่แข็ง วิธีนี้สามารถเก็บได้นานและยังสดอยู่เสมอ ส่วนมากเป็นไรแดงที่ตายแล้ว ไรแดงที่เก็บวิธีนี้ไม่สามารถนำไปใช้เป็นพันธุ์ในการผลิตต่อไป

(2.) วิธีการเก็บในอุณหภูมิต่ำประมาณ 10 องศาเซลเซียส โดยเติมน้ำลงไป 50 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ได้นาน 4 วัน ในภาชนะเปิดประมาณวันที่ 3 จะสังเกตเห็นไข่สีขาวขุ่นหรือสีชมพูซึ่งเป็นไข่ไรแดงชนิดที่จะต้องผสมพันธุ์กับเพศผู้ ซึ่งจะสร้างขึ้นเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 หรือสูงกว่า ([http://www.fisheries.go.th/Dof\\_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer\\_index.htm](http://www.fisheries.go.th/Dof_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer_index.htm))

## การนำไรแดงมาใช้

การนำไรแดงมาใช้ต้องมีประสิทธิภาพ ไรแดงที่ได้จากปอมผลิตในลักษณะนี้จะมีเชื้อโรคที่ทำอันตรายกับสัตว์น้ำน้อยกว่าไรแดงที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่เพื่อความมั่นใจจึงควรล้างด้วยสารละลายต่างทับทิม 0.1 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งจะได้สารละลายสีชมพูอ่อน สารละลายนี้จะเพิ่มออกซิเจนให้กับไรแดงและน้ำด้วย เพราะต่างทับทิมเมื่อละลายน้ำจะให้ออกซิเจนในน้ำ สำหรับปริมาณไรแดงที่ใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนให้ใช้ในปริมาณ 500 - 800 กรัม / ลูกปลา จำนวน 100,000 ตัว / วัน โดยแบ่งอาหารให้ 4 - 5 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกัน 4 - 6 ชั่วโมง ระวังอย่าให้มีลูกไรเหลือลอยอยู่ตลอดเวลา เพราะลูกไรส่วนมากจะตาย หมักหมมอยู่บริเวณพื้นบ่อ การอนุบาลลูกปลาดุกอยู่ตั้งแต่ไข่แดงยุบในระยะเวลา 2 สัปดาห์ จะได้ลูกปลาดุกอยู่ขนาดเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ในการอนุบาลลูกปลาดุกอยู่ หรือ ปลาดุกเทศ อาจใช้อาหารสำเร็จรูปช่วยได้โดยเริ่มฝึกให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูป เมื่อลูกปลามีอายุได้ 8 - 10 วัน โดยให้พร้อมกับไรแดง แล้วค่อย ๆ ลดปริมาณไรแดงลงและเพิ่มปริมาณอาหารสำเร็จรูป จนกระทั่งลูกปลาสามารถกินอาหารสำเร็จรูปได้ทั้งหมด ([http://www.fisheries.go.th/Dof\\_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer\\_index.htm](http://www.fisheries.go.th/Dof_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer_index.htm))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
2. ขวดทดลอง 48 ขวด
3. ปีกเกอร์ 20 มิลลิลิตร
4. ปิเปต 1 มิลลิลิตร
5. ช้อน
6. ไรแดง

### การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD in Factorial Experiment มี 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิโดยทดลองจากอุณหภูมิ 3 อุณหภูมิคือ 5 10 15 องศาเซลเซียส และกลุ่มควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่เก็บรักษา 4 ระยะเวลา คือ 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง และแบ่งการทดลองออกเป็นเปิดฝา และปิดฝา การทดลองละ 3 ซ้ำ ในแต่ละอุณหภูมิและระยะเวลา

### วิธีการทดลอง

1. ใช้ไรแดงที่เพาะด้วยน้ำเขียว
2. เตรียมขวดทดลอง 24 ขวด พร้อมฝา 12 ฝา
3. ตวงไรแดงลงขวดทดลองโดยใช้ปีกเกอร์ตักไรแดงจากถังเลี้ยงปริมาณขวดละ 20 มิลลิลิตร
4. ทำการปิดฝาจำนวน 12 ขวด อีก 12 ขวดไม่ต้องปิดฝา นำเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส
5. นับอัตราการรอดตายทุก 12 ชม., 1 วัน, 2 วัน และ 4 วัน นับครั้งละ 6 ขวด เป็นขวดที่เปิดฝา 3 ขวด และปิดฝา 3 ขวด
6. ทำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 10 และ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง (control)

### เก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเราจะเก็บทุก 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง โดยจะเก็บข้อมูลทั้งการทดลองที่เปิดฝา และการทดลองที่ปิดฝาขวดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

แปลงข้อมูลโดยใช้สูตรอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงคำนวณได้ตามสมการ Exponential growth (Krebs, 1985) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม SPSS 11.0 for window

สมการอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงคำนวณได้จาก Exponential growth (Krebs, 1985)

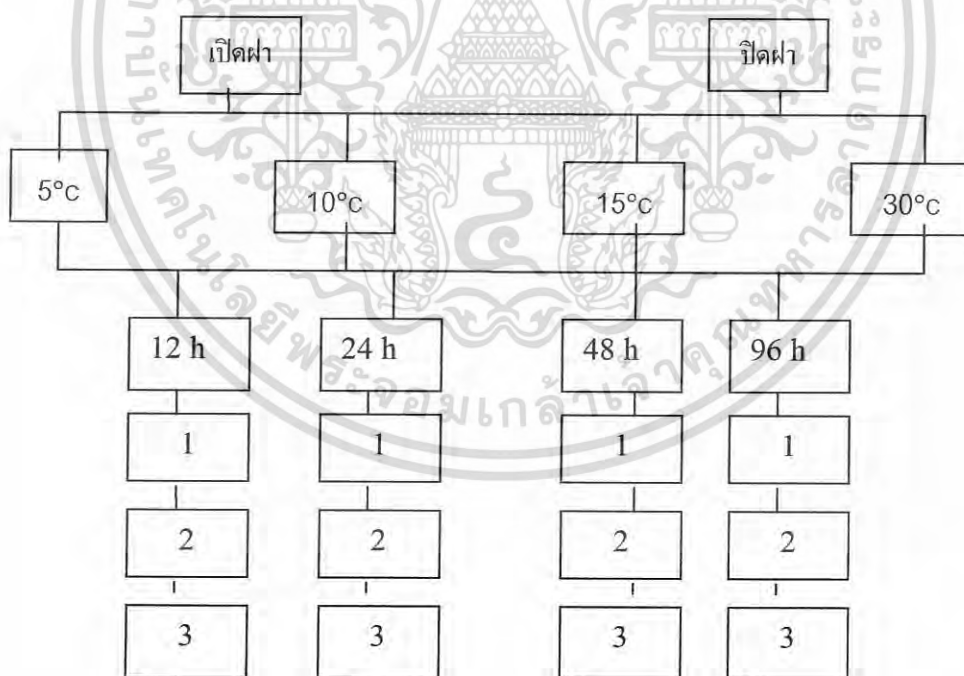
$$r = \frac{(\ln N_t - \ln N_o)}{t}$$

$r$  = อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร

$N_o$  = จำนวนไรแดงเริ่มต้น

$N_t$  = จำนวนไรแดงที่อายุ  $t$  วัน

$t$  = เวลาเป็นวันที่นับจำนวนตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สถานที่ทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 3 ห้อง D113 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

### ระยะเวลาในการทดลอง

29 ธันวาคม 2549 - 24 มกราคม 2550



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลอง

การทดลองการเก็บรักษาไรแดงที่อุณหภูมิ 5 10 15 และ 30 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีการรายงานผลการทดลองที่ได้จากการปิดฝา (ตารางที่ 1) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $16.66 \pm 4.1666$   $1.51 \pm 0.6408$   $2.23 \pm 0.0895$  และ  $0.00 \pm 0.0000$  ตามลำดับ พบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $116.66 \pm 47.256$   $53.70 \pm 24.287$   $49.99 \pm 5.5566$  และ  $38.88 \pm 9.6215$  ตามลำดับ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $86.10 \pm 9.3422$   $143.74 \pm 6.698$   $88.88 \pm 3.6744$  และ  $106.24 \pm 11.5995$  ตามลำดับ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $50.50 \pm 20.2756$   $10.10 \pm 2.6722$   $3.63 \pm 1.2902$  และ  $1.71 \pm 0.7003$  ตามลำดับ พบว่ามีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) สามารถดูได้จากความสัมพันธ์จากกราฟในช่วงแต่ละอุณหภูมิ (ภาพที่ 1) ซึ่งเห็นได้ว่า เมื่อครบ 96 ชั่วโมงในช่วงอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีไรแดงรอดชีวิตเลย ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบไรแดงรอดชีวิตที่  $38.88 \pm 9.6215$  เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสจะมีไรแดงมีอัตราการรอดมากที่สุดเท่ากับ  $106.24 \pm 11.5995$  เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบอัตราไรแดงที่รอดชีวิตเท่ากับ  $1.71 \pm 0.7003$  เปอร์เซ็นต์ ไรแดงไม่สามารถทนอยู่ได้ในอุณหภูมิที่ลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นพบว่าอัตราการรอดตายที่เพิ่มขึ้นเพราะไรแดงสามารถทนอยู่ได้แม้จะอยู่ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงหรือใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อม

ซึ่งจะคล้ายกับการศึกษาของ Lagerspetz (2000) ได้รายงานถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผสมพันธุ์ของไรแดงจะอยู่ระหว่าง 13 และ 25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิที่ควรหลีกเลี่ยงจะอยู่ที่ประมาณ 14 องศาเซลเซียส และต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อการปรับตัวในสภาวะแวดล้อม

และยังสัมพันธ์กับการศึกษาของ Wiggins and Frappell (2002) โดยที่อุณหภูมิเป็นเหตุผลหลักในกระบวนการปรับตัวของไรแดงโดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของฮีโมโกลบิน (Paul et al, 2004) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเฮคโตเดริมที่ซึ่งอัตราการเผาผลาญจะเกี่ยวโยงกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

ผลการทดลองที่ได้จากเวลาที่เปิดฝาจากอุณหภูมิ 5 10 15 และ 30 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีการรายงานผลการทดลองที่ได้จากการเปิดฝาจากที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $35.41 \pm 1.0433$   $2.23 \pm 0.4652$   $0.68 \pm 0.1379$  และ  $0.00 \pm 0.0000$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $109.25 \pm 23.2037$   $74.07 \pm 12.9614$   $35.18 \pm 10.3186$  และ  $42.59 \pm 7.4100$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $98.59 \pm 2.4915$   $274.30 \pm 22.3515$   $105.55 \pm 15.0402$  และ  $76.38 \pm 1.3866$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายเท่ากับ  $37.37 \pm 8.0866$   $26.23 \pm 6.6230$   $33.33 \pm 3.0300$  และ  $3.55 \pm 0.7306$  ตามลำดับ (ตารางที่ 2) พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) และสามารถดูความสัมพันธ์ที่ได้กราฟในแต่ละช่วงอุณหภูมิ (ภาพที่ 2) ในส่วนของไรแดงที่เปิดฝาจากในช่วงการทดลองได้พบว่าในช่วงอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายว่า เมื่อครบ 96 ชั่วโมงในช่วงอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีไรแดงรอดชีวิตเลย ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบไรแดงรอดชีวิตเท่ากับ  $42.59 \pm 7.4100$  เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสจะมีไรแดงมีอัตราการรอดมากที่สุดเท่ากับ  $76.38 \pm 1.3866$  เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบอัตราไรแดงที่รอดชีวิตเท่ากับ  $3.55 \pm 0.7306$  เปอร์เซ็นต์ เพราะไรแดงไม่สามารถทนอยู่ได้ในอุณหภูมิที่ลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นพบว่าอัตราการรอดตายที่เพิ่มขึ้น สามารถทนอยู่ได้ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงหรือใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกัน ซึ่งจะคล้ายคลึงกับพฤติกรรมการปรับตัวของไรแดงดังกล่าวการศึกษาของ

Precht (1949) ได้ทำการศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิในการปรับตัวของไรแดงอย่างเต็มที่ จะใช้เวลาประมาณ 5-7 วันโดยดูจากอัตราการเต้นของหัวใจและการขยับเคลื่อนไหวของขาไรแดงด้วย และยังสามารศึกษาถึงการปรับตัวของไรแดงหรือการวัดอุณหภูมิที่เรานำไปวิเคราะห์ สำหรับด้านลักษณะ และสรีรวิทยาจะสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของสรีระ การใช้ออกซิเจนและพลังงาน (Seidl *et al.*, 2005)

ปัญหาสำคัญจากการศึกษาของ Kivivuori and Lahdes (1996) ที่ศึกษาถึงอุณหภูมิเกี่ยวกับไรแดงคือ ในการเลือกจุดที่ไรแดงเพราะในการดูจากการว่ายน้ำในการตัดสินใจว่าไรแดงตายในการศึกษาอาจมีการผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามเราอาจจะเลือกวิธีดูว่าไรแดงตายสนิทได้จากการเต้นของหัวใจด้วย

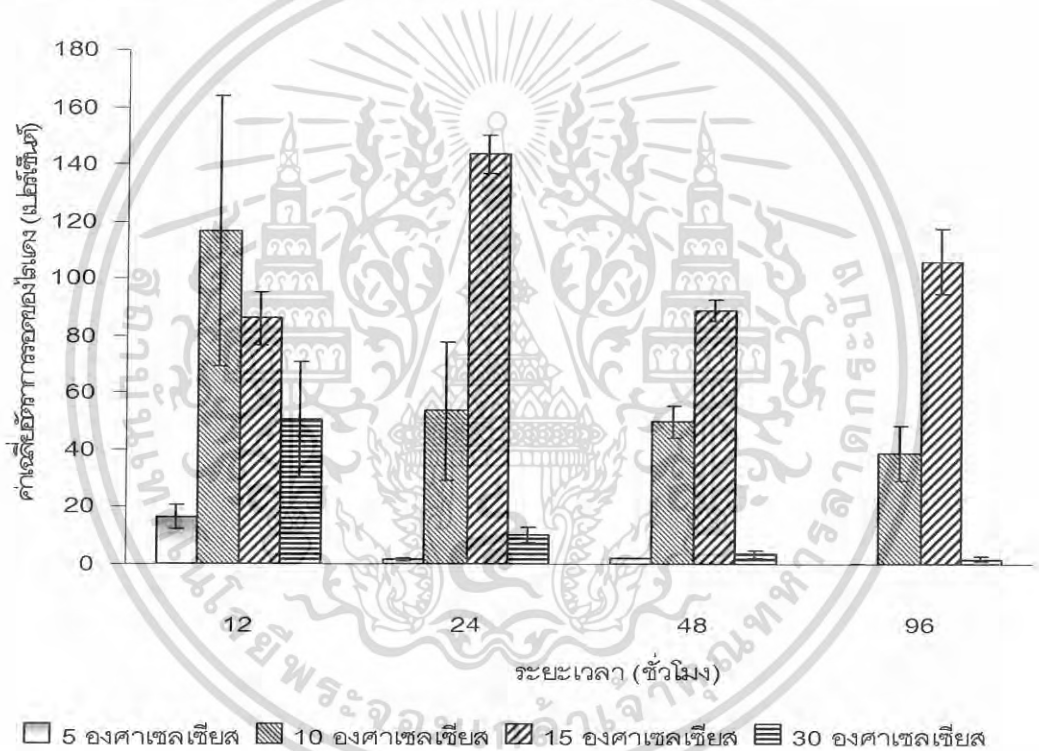
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ปิดฝาแต่ละอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	12ชม.	24ชม.	48ชม.	96ชม.
5	16.66±4.1666 <sup>a</sup>	1.51±0.6408 <sup>a</sup>	2.23±0.0895 <sup>a</sup>	0.00±0.0000 <sup>a</sup>
10	116.66±47.256 <sup>b</sup>	53.70±24.287 <sup>b</sup>	49.99±5.5566 <sup>b</sup>	38.88±9.6215 <sup>b</sup>
15	86.10±9.3422 <sup>b</sup>	143.74±6.698 <sup>b</sup>	88.88±3.6744 <sup>b</sup>	106.24±11.5995 <sup>b</sup>
30	50.50±20.2756 <sup>b</sup>	10.10±2.6722 <sup>b</sup>	3.63±1.2902 <sup>b</sup>	1.71±0.7003 <sup>b</sup>

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่ปิดฝาแต่ละอุณหภูมิ

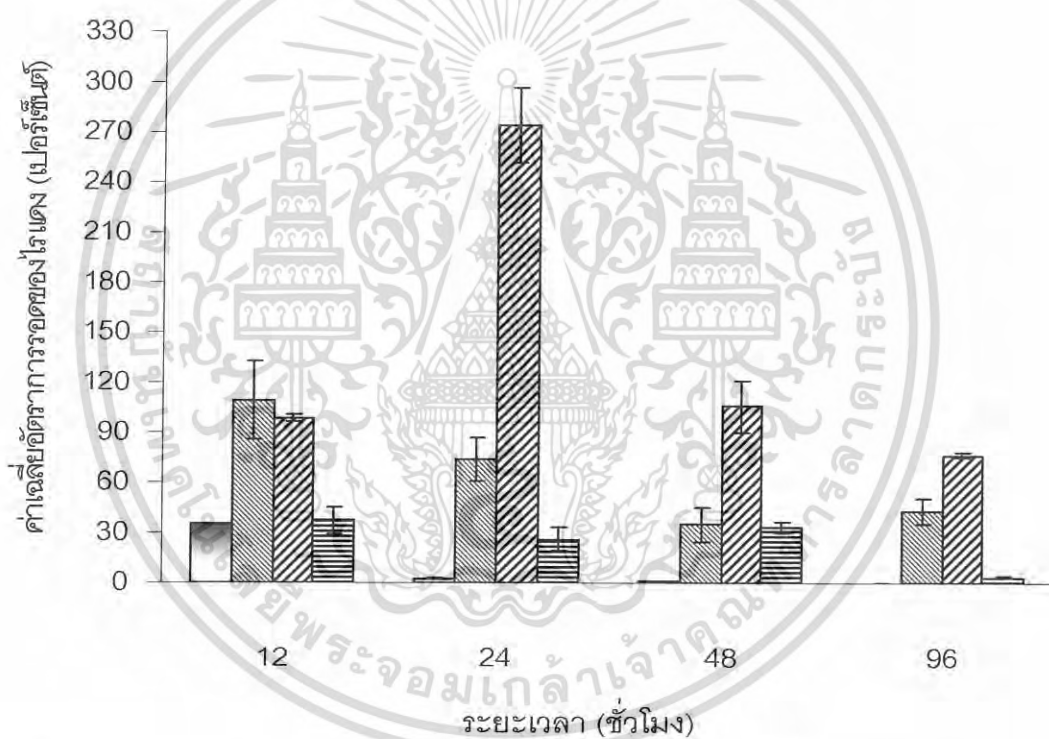
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่เปิดฝา

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	12ชม.	24ชม.	48ชม.	96ชม.
5	35.41±1.0433 <sup>a</sup>	2.23±0.4652 <sup>a</sup>	0.68±0.1379 <sup>a</sup>	0.00±0.0000 <sup>a</sup>
10	109.25±23.2037 <sup>b</sup>	74.07±12.9614 <sup>b</sup>	35.18±10.3186 <sup>b</sup>	42.59±7.4100 <sup>b</sup>
15	98.59±2.4915 <sup>b</sup>	274.30±22.3515 <sup>b</sup>	105.55±15.0402 <sup>b</sup>	76.38±1.3866 <sup>b</sup>
30	37.37±8.0866 <sup>b</sup>	26.23±6.6230 <sup>b</sup>	33.33±3.0300 <sup>b</sup>	3.55±0.7306 <sup>b</sup>

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )



□ 5 องศาเซลเซียส    ▨ 10 องศาเซลเซียส    ▩ 15 องศาเซลเซียส    ▪ 30 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงในช่วงเวลาที่เปิดฝาแต่ละอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

ควรเก็บรักษาไรแดงในช่วงอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นานที่ 96 ชั่วโมง (4 วัน) ในสภาวะเปิดฝาหรือปิดฝาก็ได้ ไรแดงจะมีอัตราการรอดตายมากที่สุดคือ เปิดฝา เท่ากับ  $76.39 \pm 1.39$  เปอร์เซ็นต์ และ ปิดฝา เท่ากับ  $106.24 \pm 11.59$  เปอร์เซ็นต์ แต่ควรเก็บรักษาแบบปิดฝาขวด จะดีกว่าเนื่องจาก มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของไรแดงที่สูงกว่าแบบเปิดฝาขวด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- Kari, Y.H. Lagerspetz 1999. Thermal avoidance and preference in *Daphnia magna*.  
Journal of Thermal Biology 25 : 405-410
- Krebs, C. T. 1985. The experimental Analysis of Distribution and Abundance 2<sup>nd</sup>. Harper and Raw, Publishers, Inc., New York, U.S.A. Ecology. 678 pp.
- Lisa A. Kivivuori, Eila O. LaHdes. How to measure the thermal death of *daphnia*  
A comparison of different heat tests and effect of heat injury. J.therm.Biol.  
21 :305-311p.
- Seidl, M.D., R.Pirow, R.J. Paul. 2005. Acclimation of the microcrustacean *Daphnia magna* To warm temperature is dependent on haemoglobin expression. Journal of thermal Biology 30:532-544 p.
- Precht, H., 1949. Die Temperaturabhängigkeit von Lebensprozessen. Zeitschr. Naturforsch. 4b:26-35 p.
- Wiggins, P.R., P.B. Frappell. 2002. Behavioural thermoregulation in *Daphnia carinata* from Different depths of a natural water body : influence of environmental oxygen level and Temperature. Comparative Biochemistry and Physiology 133:771-780 p.
- Paul, R.J., T. Lamkemeyer, J. Maurer, O. Pinkhaus, R. Pirow, M. Seidl, B. Zeis. 2004. Thermal acclimation in the microcrustacean *Daphnia* : a survey of behavioural, physiological and biochemical mechanisms. Journal of thermal Biology. 29:655-662 p.
- Wiwattanapatapee. R., Padoongsombat. N., Choochom. T., Tang. S. and Chaimongkol. A., 2002. Water flea *Moina macrocopa* as a novel biocarrier of norfloxacin in aquaculture. Controlled Release 83 : 23–28 p.
- <http://www.udomratfarm.com/raidang.html>
- [http://www.fisheries.go.th/Dof\\_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer\\_index.htm](http://www.fisheries.go.th/Dof_thai/knowledge/Aquacultures/Rotifer/Rotifer_index.htm)
- <http://www.google.com>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลที่ยังไม่ทำการวิเคราะห์หัตถรารอดของจำนวนไรแดง (ตัว)

อุณหภูมิ	จำนวนที่ทำซ้ำ	จำนวนไรแดงที่รอด(ตัว)							
		12ชม.		1 วัน		2 วัน		4 วัน	
		เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
5*	1	220	80	10	2	6	2	0	0
	2	240	160	20	11	3	1	0	0
	3	220	80	13	16	4	0	0	0
10**	1	560	260	340	20	80	160	180	140
	2	300	240	180	260	100	160	100	80
	3	320	760	280	300	200	220	180	200
15***	1	980	700	2220	1820	900	840	720	880
	2	960	780	2740	1360	1300	920	720	1240
	3	900	1000	2940	500	840	800	760	940
ห้อง(ควบคุม)****	1	300	180	120	60	240	40	24	3
	2	140	220	260	100	240	21	32	12
	3	300	600	140	40	180	11	15	19

หมายเหตุ

\* ที่ 12 ชม.-2 วัน ใส่ไรแดง 640 ตัว ที่ 4 วัน ใส่ไรแดง 960 ตัว/ขวด

\*\* ใส่ไรแดง 360 ตัว/ขวด

\*\*\* ใส่ไรแดง 960 ตัว/ขวด

\*\*\*\* ใส่ไรแดง 660 ตัว/ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์หัตถรารอดของจำนวนไรแดง (เปิดฝา)

temperature	hour	open	r	percent
30	12	1	-0.0577	45.49
30	12	1	-0.1292	21.21
30	12	1	-0.0657	45.45
30	24	1	-0.071	18.18
30	24	1	-0.0388	39.39
30	24	1	-0.0646	21.21
30	48	1	-0.0211	36.36
30	48	1	-0.0211	36.36
30	48	1	-0.0271	27.27
30	96	1	-0.0345	3.6
30	96	1	-0.0315	4.8
30	96	1	-0.0394	2.27
5	12	1	-0.089	34.37
5	12	1	-0.0817	37.5
5	12	1	-0.089	34.37
5	24	1	-0.1733	1.56
5	24	1	-0.1444	3.13
5	24	1	-0.1624	2.03
5	48	1	-0.0973	0.94
5	48	1	-0.1117	0.47
5	48	1	-0.1057	0.63
5	96	1	0	0
5	96	1	0	0
5	96	1	0	0
10	12	1	0.0368	155.55
10	12	1	-0.0152	83.33
10	12	1	-0.0098	88.88
10	24	1	-0.0024	94.44
10	24	1	-0.0289	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	24	1	-0.0105	77.77
10	48	1	-0.0313	22.22
10	48	1	-0.0267	27.7
10	48	1	-0.0122	55.55
10	96	1	-0.0072	50
10	96	1	-0.0133	27.77
10	96	1	-0.0072	50
15	12	1	0.0017	102.03
15	12	1	0	100
15	12	1	-0.0054	93.75
15	24	1	0.0349	231.25
15	24	1	0.0437	285.41
15	24	1	0.0466	306.25
15	48	1	-0.0013	93.75
15	48	1	0.0063	135.42
15	48	1	-0.0028	87.5
15	96	1	-0.003	75
15	96	1	-0.003	75
15	96	1	-0.0024	79.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์อัตรารอดของจำนวนไรแดง (ปิดฝา)

temperature	hour	close	r	percent
30	12	2	-0.1083	27.27
30	12	2	-0.0916	33.33
30	12	2	-0.0079	90.9
30	24	2	-0.0999	9.09
30	24	2	-0.0786	15.15
30	24	2	-0.1168	6.06
30	48	2	-0.0584	6.06
30	48	2	-0.0718	3.18
30	48	2	-0.0853	1.66
30	96	2	-0.0562	0.45
30	96	2	-0.0417	1.81
30	96	2	-0.037	2.87
5	12	2	-0.1733	12.5
5	12	2	-0.1155	25
5	12	2	-0.1733	12.5
5	24	2	-0.2403	0.31
5	24	2	-0.1693	1.72
5	24	2	-0.1537	2.5
5	48	2	-0.1202	0.31
5	48	2	-0.1346	0.16
5	48	2	.	0
5	96	2	.	0
5	96	2	.	0
5	96	2	.	0
10	12	2	-0.0271	72.22
10	12	2	-0.0338	66.66
10	12	2	0.0623	211.11
10	24	2	-0.1204	5.55
10	24	2	-0.0136	72.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	24	2	-0.0076	83.33
10	48	2	-0.0169	44.44
10	48	2	-0.0169	44.44
10	48	2	-0.0103	61.11
10	96	2	-0.0098	38.88
10	96	2	-0.0157	22.22
10	96	2	-0.0061	55.55
15	12	2	-0.0263	72.91
15	12	2	-0.0173	81.25
15	12	2	0.0034	104.16
15	24	2	0.012	133.33
15	24	2	0.0145	141.66
15	24	2	0.0186	156.25
15	48	2	-0.0028	87.5
15	48	2	-0.0009	95.83
15	48	2	-0.0038	83.33
15	96	2	-0.0009	91.66
15	96	2	0.0027	129.16
15	96	2	-0.0002	97.91

สมการอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงคำนวณได้จาก Exponential growth (Krebs, 1985)

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

$r$  = อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร

$N_0$  = จำนวนไรแดงเริ่มต้น

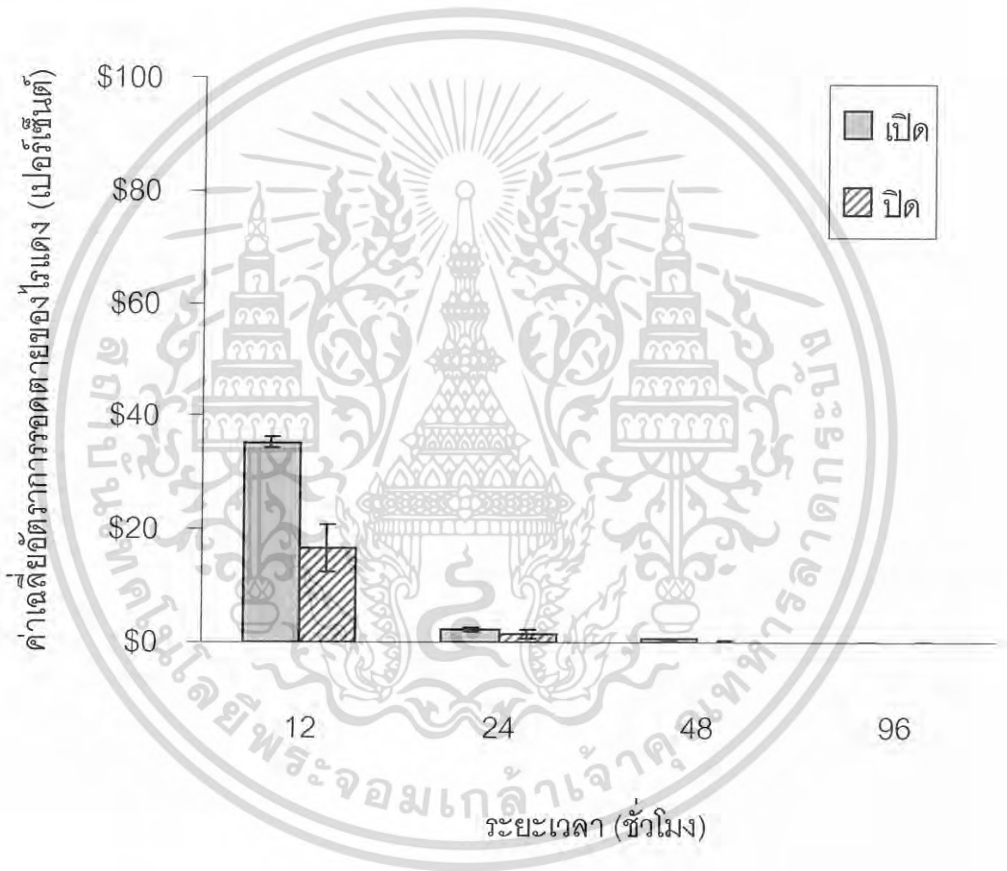
$N_t$  = จำนวนไรแดงที่อายุ  $t$  วัน

$t$  = เวลาเป็นวันที่นับจำนวนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 5 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	ระยะเวลา(ชั่วโมง)			
	12	24	48	96
เปิด	35.41±1.04	2.24±0.47	0.68±0.14	0±0
ปิด	16.67±4.17	1.51±0.64	0.16±0.09	0±0

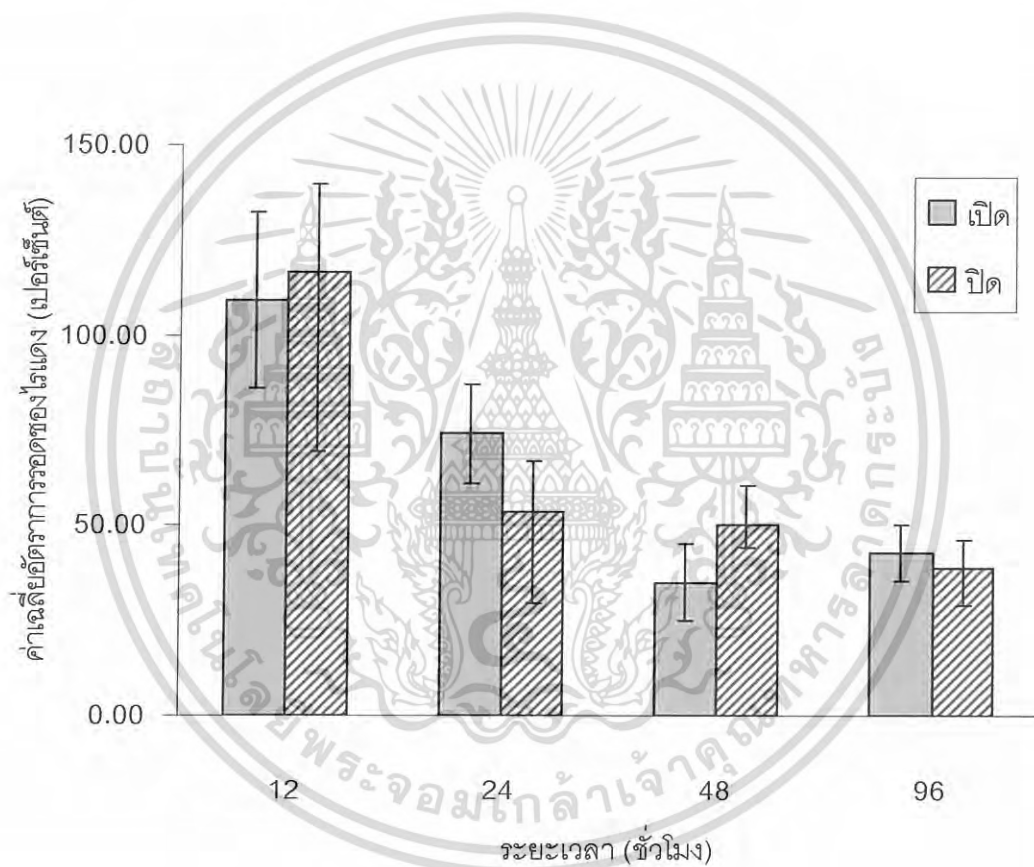


ตารางผนวกภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 10 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	ระยะเวลา(ชั่วโมง)			
	12	24	48	96
เปิด	109.25±23.20	74.07±12.96	35.16±10.32	42.59±7.41
ปิด	116.66±47.25	53.70±24.29	50.00±5.56	38.88±9.62

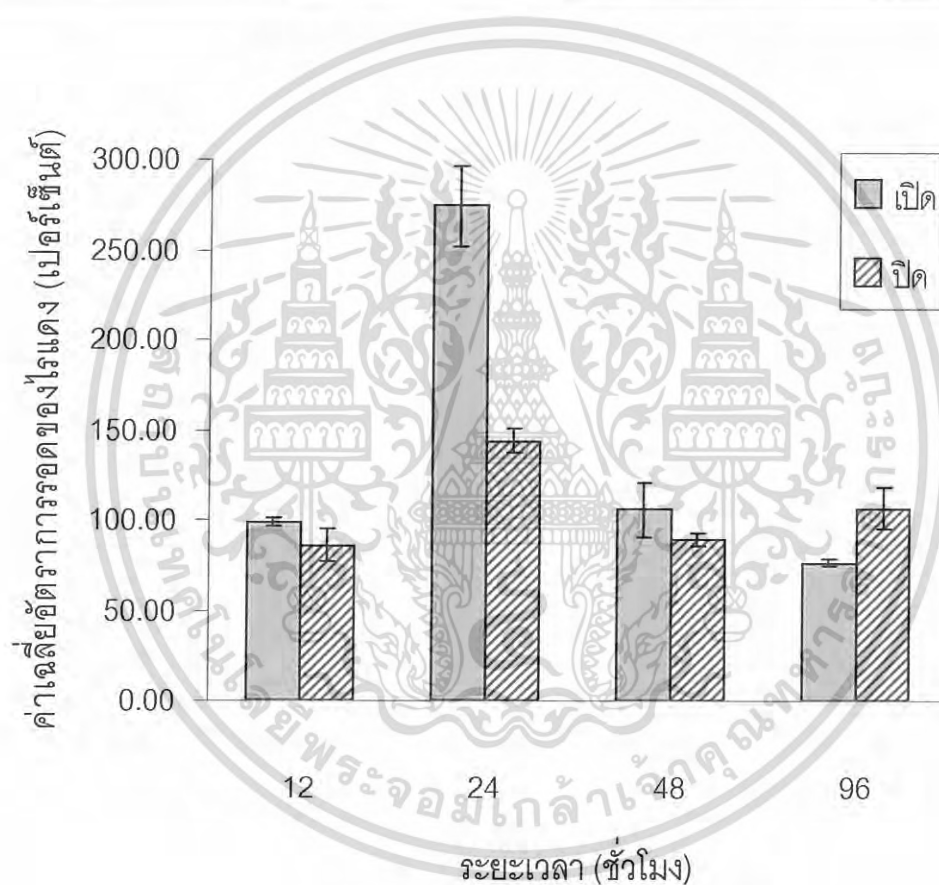


ตารางผนวกภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 15 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	ระยะเวลา(ชั่วโมง)			
	12	24	48	96
เปิด	98.59±2.49	274.30±22.35	105.56±15.04	76.39±1.39
ปิด	86.11±9.34	143.75±6.70	88.89±3.67	106.24±11.60

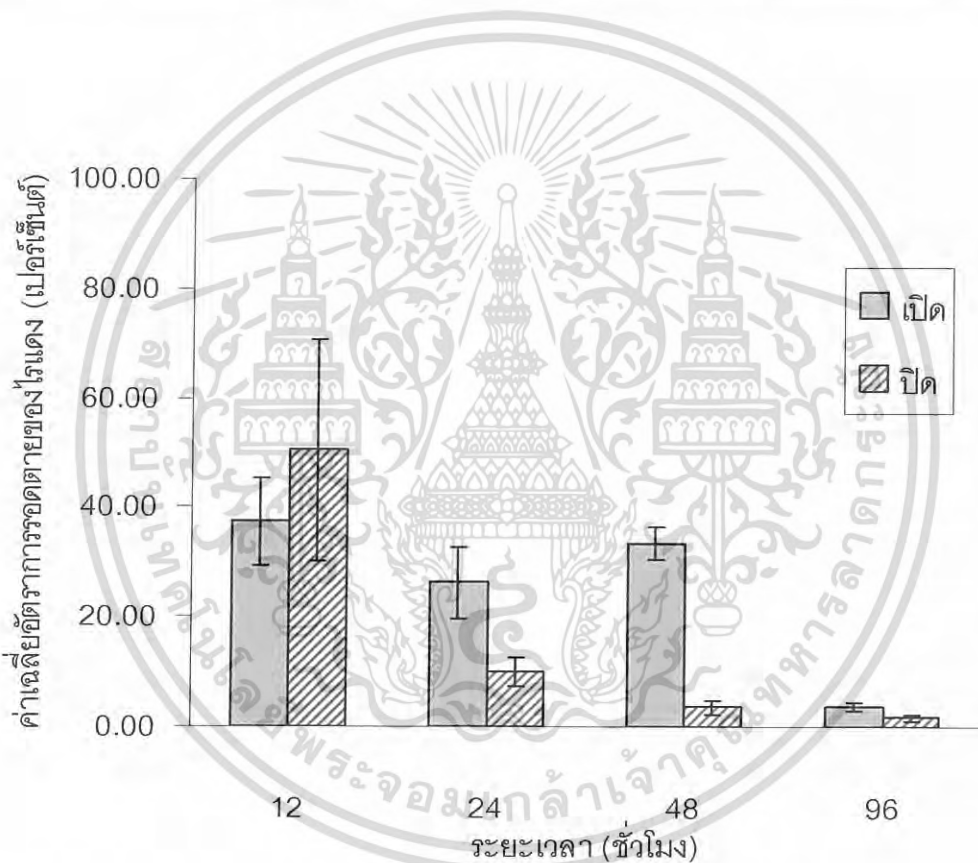


ตารางผนวกภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 30 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	ระยะเวลา(ชั่วโมง)			
	12	24	48	96
เปิด	37.38±8.09	26.26±6.62	33.33±3.03	3.56±0.73
ปิด	50.50±20.28	10.10±2.67	3.63±1.29	1.71±0.70

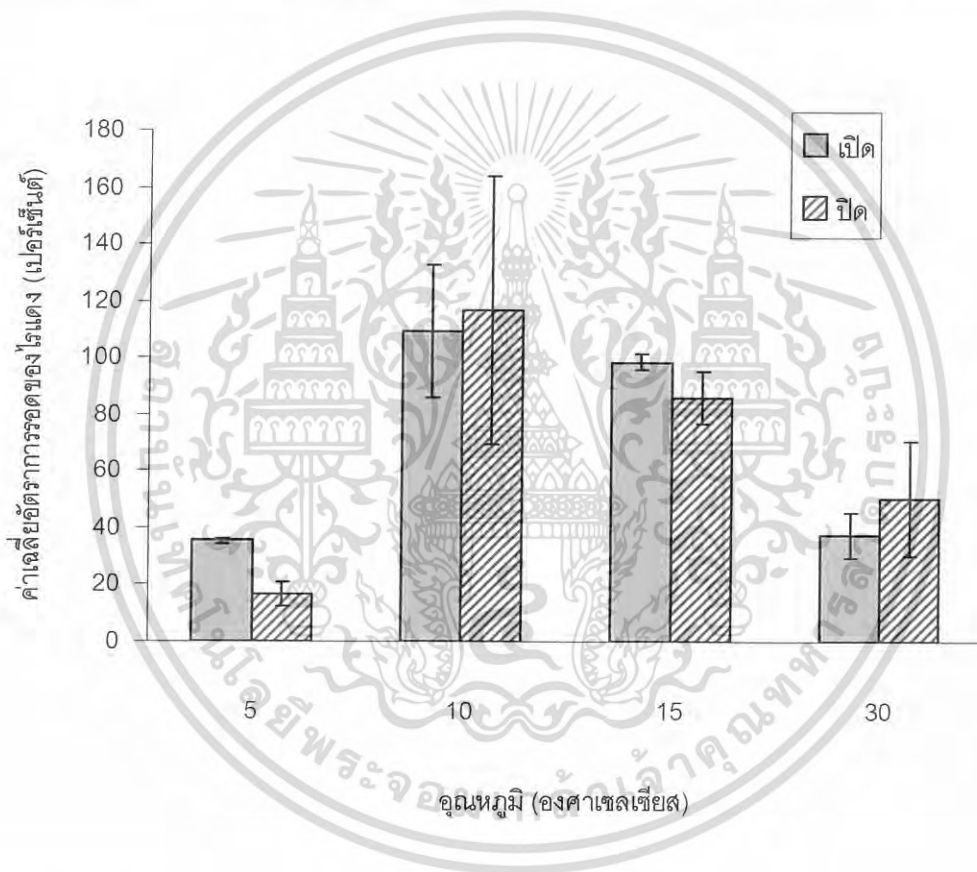


ตารางผนวกภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 12 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	5	10	15	30
เปิด	35.41±1.04	109.25±23.20	98.59±2.49	37.38±8.08
ปิด	16.66±4.16	116.66±47.25	86.10±3.34	50.50±20.27

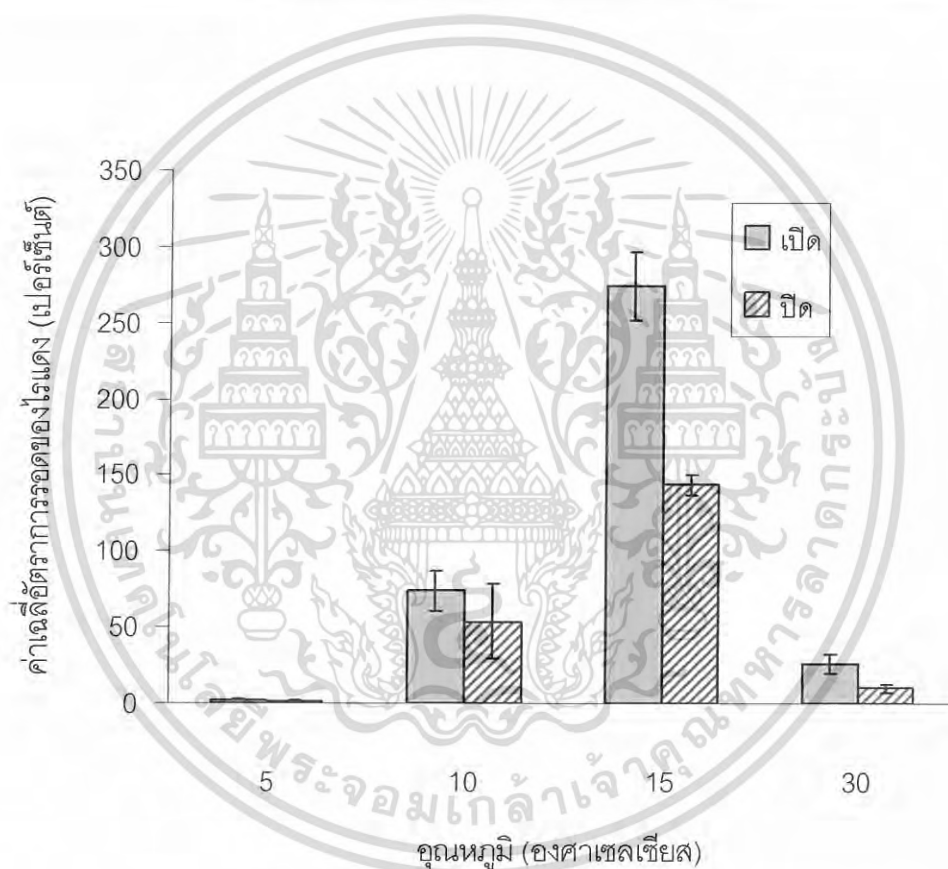


ตารางผนวกภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 12 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	5	10	15	30
เปิด	2.24±0.46	74.07±12.96	274.303±22.35	26.26±6.62
ปิด	1.51±0.64	53.7±24.28	143.747±6.69	10.1±2.67

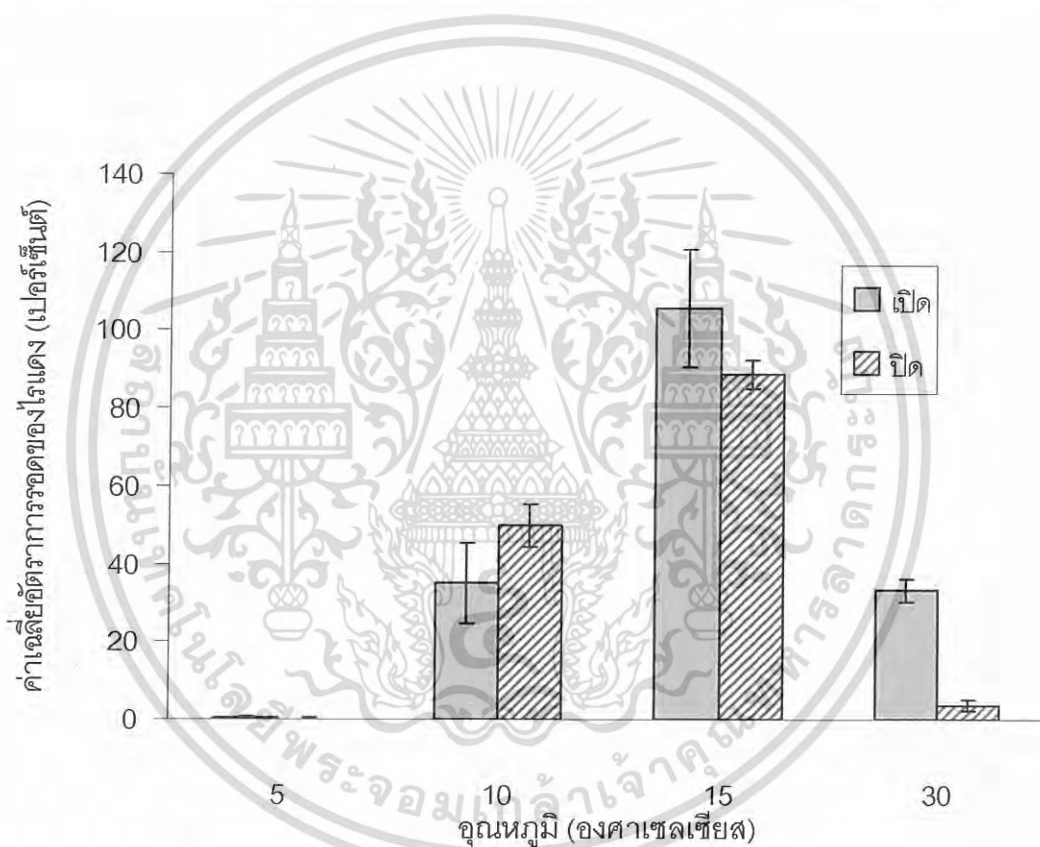


ตารางผนวกภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 48 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	5	10	15	30
เปิด	0.68±01.3	35.15±10.31	105.57±15.04	33.33±3.03
ปิด	0.15±0.08	49.99±5.55	88.88±3.67	3.63±1.29

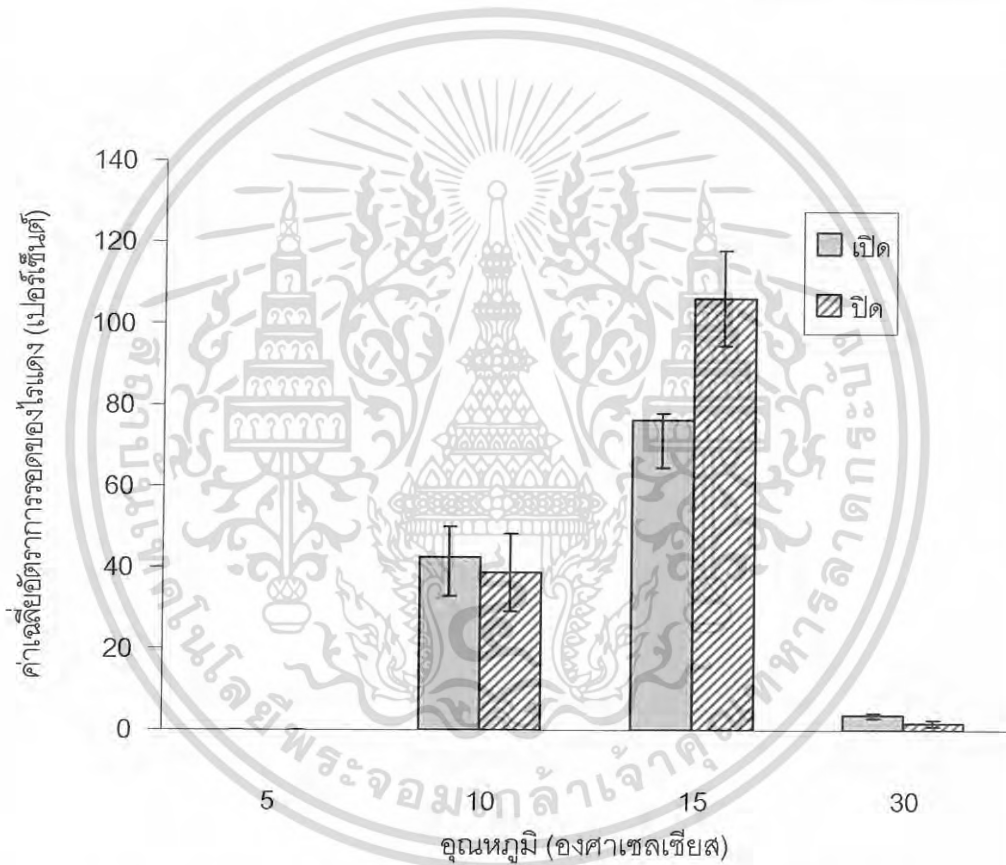


ตารางผนวกภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 48 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

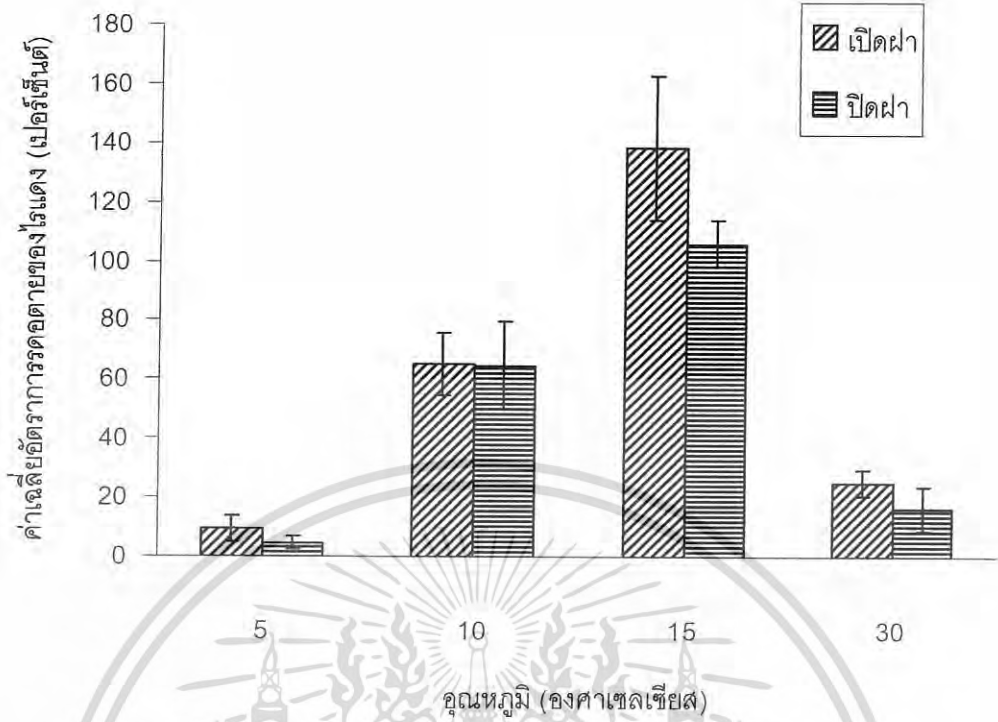
ตารางผนวกที่ 11 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 96 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

ช่วงเวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	5	10	15	30
เปิด	0±0	42.59±7.41	76.38±1.38	3.55±0.73
ปิด	0±0	38.88±9.62	106.24±11.59	1.71±0.70



ตารางผนวกภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายของไรแดงที่ 96 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางผนวกภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยรวม 4 วันของอัตราผลตอบแทนของไรแดง (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้