



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการรอด เปรอร์เซ็นต์การฟัก และกิจกรรมของ
ฟีนอลออกซิเดสในไรน้ำเค็ม (*Artemia* sp.)

Effect of Temperature and Salinity on Survival Rate, Hatching Percentage and
Phenoloxidase Activity in Brine Shrimp (*Artemia* sp.)

นามผู้วิจัย นางสาวจรินทร์ทิพย์ ชาญนคร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา สและน้อย, วท.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิชญ์ ยืนพันธ์, D.Tech.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สรวิศ เผ่าทองสุข, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรณ ชำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D. Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการรอด เปอร์เซ็นต์การฟัก
และกิจกรรมของฟีนอลออกซิเดสในไรน้ำเค็ม (*Artemia* sp.)

Effect of Temperature and Salinity on Survival Rate, Hatching Percentage
and Phenoloxidase Activity in Brine Shrimp (*Artemia* sp.)

โดย

นางสาวจรินทร์พิศ ชาญนคร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จรินทร์พษ์ ชาญนกร 2555: ผลของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการรอด เเปอร์เซ็นต์การฟักและกิจกรรมของฟีนอลออกซิเดสในไรน้ำเค็ม (*Artemia* sp.) ปรินญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
จินตนา สและน้อย,วท.ค. 135 หน้า

ผลของอุณหภูมิ และความเค็ม ต่ออัตราการรอด เเปอร์เซ็นต์การฟัก และกิจกรรมของ
ฟีนอลออกซิเดสในไรน้ำเค็ม (*Artemia salina*) โดยใช้อุณหภูมิ 4 ระดับ (20 25 30 และ 35 องศา
เซลเซียส) ความเค็ม 3 ระดับ (25 35 และ 50 psu) กำหนดให้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความ
เค็ม 30 psu เป็นสภาวะควบคุม พบว่า ระยะเวลาในการพัฒนาการเข้าสู่ Breaking stage ใช้เวลาเร็ว
ที่สุด 5 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu และจาก Breaking stage
เข้าสู่ระยะ embryo ใช้เวลาเร็วที่สุด 10 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม
35 psu และ 30 psu และจากระยะ embryo เข้าสู่ระยะ Instar I ใช้เวลาเร็วที่สุด 13 ชั่วโมง ที่ระดับ
อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu เเปอร์เซ็นต์การฟักเฉลี่ยต่ำสุด (40.28 ± 0.56
เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเค็ม 50 psu อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เเปอร์เซ็นต์การฟักเฉลี่ยสูงสุด
(80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการ
รอดสูง ที่ระดับความเค็ม 35 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงซึ่งไรน้ำเค็มมีอัตรา
การรอดสูงสุด (99.48 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม
25 psu และมีอัตราการรอดต่ำสุด (69.34 ± 2.22 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ระดับความเค็ม 35 psu และอัตราการรอดค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง 72 ชั่วโมง
กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มมีค่าสูงสุด (27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹)
ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
ไรน้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹) ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ
20 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรอง กินสูงสุดเท่ากับ 9.95×10^5
cells/Artemia/h ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 50 psu

Charinthip Channakorn 2012: Effect of Temperature and Salinity on Survival Rate, Hatching Percentage and Phenoloxidase Activity in Brine Shrimp (*Artemia* sp.).
Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Jintana Salaenoi, Ph.D.
135 pages.

Effect of temperature and salinity on survival rate, hatching percentage and phenoloxidase activity in brine shrimp (*Artemia* sp.) were investigated in this study. Four levels of temperature (20, 25, 30 and 35°C) and three levels of salinity (25, 35 and 50 psu) were determined. Control condition was assigned at 30°C and 30 psu salinity. It was found that the fastest development period into breaking stage was 5 hours at 35 °C and 25 psu and the fastest period from breaking stage to the embryo was 10 hours at 35 °C and 30- 35 psu. Development from embryo to Instar I took 13 hours at 35 °C and 25 psu. The lowest hatching percentage (40.28 ± 0.56 percent) was found at 35 °C and 50 psu salinity while the highest hatching percentage (80.15 ± 0.22 percent) was at 30 °C and 25 psu. High survival rate was found at 30°C with 25 and 35 psu salinity after 24 hours. The highest survival rate was 99.48 ± 0.16 percent at 25 °C and 25 psu while the lowest survival rate was 69.34 ± 2.22 percent at 25°C and 35 psu salinity. Moreover, survival rate was gradually decreased over the time to 48 and 72 hours, respectively. The highest phenoloxidase activity of brine shrimp was 27.64 ± 0.19 units mg protein^{-1} at 35 psu and 35 °C and phenoloxidase activity was lowest (8.86 ± 0.70 units mg protein^{-1}) at 35 psu and 20°C. The highest *Chlorella* sp. consumption rate was 9.95×10^5 cells/*Artemia*/h at 20 °C and 50 psu.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สและน้อย อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข และ ผู้ ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองวิชัย ชื่นพันธ์ อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.จรวัย สุขแสงจันทร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.จิตรา
ดิระเมธิ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัยตลอดจนการตรวจแก้ไข
วิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่านที่ได้
อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ในภายภาคหน้า
ต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ สุวารี ชาญนคร ที่สนับสนุนการศึกษาดังแต่ด้วยเยาว์จนกระทั่ง
จบการศึกษาในระดับ มหบัณฑิต ตลอดจนเข้าใจ และให้กำลังใจในการศึกษาเสมอมา ขอขอบคุณ
นางสาวดวงทิพย์ อยู่สบาย นักวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับความอนุเคราะห์
สายพันธุ์ *Chlorella* sp. รวมทั้งพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา
ประจำปีงบประมาณ 2554 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

จรินทร์ทิพย์ ชาญนคร
ตุลาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(11)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลและวิจารณ์	18
สรุป	58
ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก กราฟมาตรฐาน	72
ภาคผนวก ข สูตรอาหาร Conway	76
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์	78
ภาคผนวก ง ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย	80
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	135

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำเค็ม	10
2	ระยะเวลาการพัฒนากาการเจริญเติบโตของไร่น้ำเค็ม	21
3	เปอร์เซ็นต์การฟักของไร่น้ำเค็ม	24
4	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การฟักของไร่น้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	25
5	อัตราการรอดตายของไร่น้ำเค็ม	27
6	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	29
7	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	29
8	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	30
9	กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 ชั่วโมง	34
10	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 ชั่วโมง	35
11	กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 3 ชั่วโมง	37
12	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 3 ชั่วโมง	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 6 ชั่วโมง	40
14	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 6 ชั่วโมง	41
15	กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 12 ชั่วโมง	43
16	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 12 ชั่วโมง	44
17	กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 24 ชั่วโมง	46
18	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 24 ชั่วโมง	47
ตารางผนวกที่		
ก1	ผลของเปอร์เซ็นต์การปักไร่น้ำเค็มเฉลี่ยที่ระดับความเค็มและระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	81
ก2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การปักไขไร่น้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	82
ก3	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การปักไขไร่น้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก4 ผลของเปอร์เซ็นต์การพักไข่ใรน้ำเค็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	83
ก5 ผลของเปอร์เซ็นต์การพักไข่ใรน้ำเค็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	84
ก6 ผลของเปอร์เซ็นต์การพักไข่ใรน้ำเค็มที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	85
ก7 ผลของเปอร์เซ็นต์การพักไข่ใรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	85
ข8 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มและระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	86
ข9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	87
ข10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	87
ข11 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	88
ข12 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	89
ข13 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	90
ข14 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค15 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	91
ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	92
ค17 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็ม ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	92
ค18 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่าง กันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	93
ค19 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่าง กันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	94
ค20 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	95
ค21 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	95
ง22 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	96
ง23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	97
ง24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็ม ที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง25 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	98
ง26 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	99
ง27 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	100
ง28 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	100
จ29 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	101
จ30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	102
จ31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	102
จ32 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	103
จ33 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	104
จ34 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
จ35 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	105
จ36 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	106
จ37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็ม แตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	107
จ38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน	107
จ39 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	108
จ40 ผลของ กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	109
จ41 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	110
จ42 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	110
ช43 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	111
ช44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็ม แตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ช45 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	112
ช46 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมงที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	113
ช47 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมงที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	114
ช48 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	115
ช49 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	115
ช50 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	116
ช51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	117
ช52 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน	117
ช53 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมงที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ซ54 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิ แตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	119
ซ55 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	120
ซ56 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ณ ระดับอนุหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	120
ณ57 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็ม และระดับอนุหภูมิแตกต่างกัน	121
ณ58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอนุหภูมิและระดับความเค็ม แตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	122
ณ59 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ระดับอนุหภูมิ และระดับความเค็ม แตกต่างกัน	122
ณ60 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	123
ณ61 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิ แตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ฅ62 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ฅ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	125
ฅ63 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ฅ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	125
ฅ64 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ไร่น้ำเค็มที่ระดับความเค็มและอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	126
ฅ65 ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	127
ฅ66 ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	128
ฅ67 ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	129
ฅ68 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	130
ฅ69 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	131
ฅ70 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	132
ฅ71 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	133
ฅ72 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)	134

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ใรน้ำเค็มตัวเต็มวัย	5
2 วงจรชีวิตของใรน้ำเค็ม	7
3 ใไขใรน้ำเค็มจากบริษัท Advance Pharma. CO.,LTD.	14
4 ระยะการพัฒนาเป็นเอ็มบริโอของใรน้ำเค็ม	19
5 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าคลอเรลล่าที่ถูกใรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	48
6 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าคลอเรลล่าที่ถูกใรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	49
7 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าคลอเรลล่าที่ถูกใรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	50
8 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าคลอเรลล่าที่ถูกใรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	51
9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	53
10 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	54
11 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 30 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	55
12 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	กราฟมาตรฐานของ bovine serum albumin	73
ก2	กราฟมาตรฐานของเอนไซม์ phenoloxidase	74
ก3	กราฟมาตรฐานของ Chlorophyll <i>a</i> – <i>Chlorella</i> sp.	75

**ผลของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการรอด เปรอร์เซ็นต์การฟัก
และกิจกรรมของฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม (*Artemia* sp.)**

**Effect of Temperature and Salinity on Survival Rate, Hatching Percentage
and Phenoloxidase Activity in Brine Shrimp (*Artemia* sp.)**

คำนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างสูง โดยเฉพาะ อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม สัตว์น้ำกร่อย ตลอดจนสัตว์น้ำจืดบางชนิด ธุรกิจโรงเพาะฟักและอนุบาลกุ้งวัยอ่อน สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ถึง 2,330 ล้านบาท (กรมประมง, 2549) ซึ่งการเพาะเลี้ยงและการอนุบาลสัตว์ทะเลวัยอ่อนให้ประสบผลสำเร็จนั้นมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิ เช่น ลูกพันธุ์ที่แข็งแรง สภาพแวดล้อมที่ถูกสุขลักษณะ และอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ อาหารมีชีวิตจึงเป็นสิ่งสำคัญในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงมีการใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ อาทิ คลอเรลล่า ไรแดง คีโตเซอรอส เตตราเซลมิส โรติเฟอร์ และไร่น้ำเค็ม เพื่อเป็นแหล่งของอาหาร (ลัดดา, 2540) โดยเฉพาะ ไร่น้ำเค็ม ซึ่งมีการใช้ปริมาณมากทั้งในรูปตัวอ่อนแรกฟักและตัวเต็มวัย ซึ่งโรงเพาะฟักสัตว์น้ำส่วนใหญ่นิยมใช้ตัวอ่อนของไร่น้ำเค็มระยะ Instar I อนุบาลสัตว์น้ำประเภท กุ้งกุลาดำ กุ้งขาว ปลาเก๋า กุ้งก้ามกราม ปลากะพง และปลาสวยงามอีกหลายชนิด ทั้งนี้เนื่องจากไร่น้ำเค็มมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ (ลัดดา, 2540) เช่น มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีขนาดเหมาะสมกับสัตว์น้ำวัยอ่อน (Sorgeloos *et al.* 1977) จากรายงานคุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบระหว่างไร่น้ำเค็มและหนอนแดง พบว่าไร่น้ำเค็มให้คุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า โดยไร่น้ำเค็ม ตัวเต็มวัยน้ำหนักแห้งมีโปรตีน 56.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 11.0 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 17.4 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 12.1 เปอร์เซ็นต์ (Sorgeloos *et al.* 1977) ส่วนหนอนแดงสด มีโปรตีน 5.29 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.20 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.89 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 1.22 เปอร์เซ็นต์ (อิทธิพร, 2532) นอกจากนี้ยังช่วยในการบำบัดรักษา คุณภาพ น้ำ และไร่น้ำเค็มยังสามารถเก็บรักษาให้คงสภาพได้นาน เมื่อต้องการใช้สามารถนำมาเพาะฟักก็ได้ตัวอ่อนในระยะเวลาอันสั้นโดยไม่เสียคุณค่าทางอาหาร ขณะเดียวกันสามารถเพิ่มอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของลูกสัตว์ทะเลระยะวัยอ่อน

โรนน้ำเค็มส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ อาทิ สหรัฐอเมริกา จีน และรัสเซีย ปีละมากกว่า 500 ล้านบาท ราคาจำหน่ายในประเทศกระป๋องละ 800 – 1,000 บาท ซึ่งทำให้ประเทศไทยต้องเสียดุลการค้าในปริมาณค่อนข้างสูง (ยุพินท์, 2543; Wangcharoeporn and Lawonyawut, 1998) ปัญหาส่วนใหญ่ของการนำโรนน้ำเค็มมาใช้ คือการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียและฟังไจโดยเฉพาะแบคทีเรีย กลุ่ม *Vibrio* spp. (Austin and Allen, 1982) ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการฟักและอัตราการรอดของโรนน้ำเค็ม รวมถึงสัตว์น้ำวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยโรนน้ำเค็ม แรกฟัก เนื่องจากแบคทีเรียหรือฟังไจเหล่านั้นจะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์น้ำ แต่สัตว์ในกลุ่มครัสเตเชีย จะมีระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (non-specific innate immune response) (Zhang *et al.*, 2004) โดยระบบภูมิคุ้มกันที่อาศัยเซลล์ จะมีเซลล์เม็ดเลือดเป็นหลักในการต่อสู้และกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น สามารถกลืนกินเซลล์แบบวิธีฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) การเกิดโนดูล (nodule formation) และการกักล้อม (encapsulation) สิ่งแปลกปลอม โดยเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส (phenoloxidase, PO) จะมีบทบาทในการสังเคราะห์เมลานิน (melanin) ซึ่งช่วยยับยั้งหรือป้องกันการเจริญเติบโตของพวกเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งสารต่อต้านแบคทีเรีย (antibacterial substance) เป็นสารประกอบขั้นสุดท้ายที่ได้จากระบบฟีนอลออกซิเดส เช่นเดียวกับเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส รวมทั้งคุณสมบัติในการป้องกันการเจริญเติบโตของพวกแบคทีเรียและฟังไจ (fungi) (Smith and Chisholm, 1992; Söderhäll and Cerenius, 1992; Bachere *et al.*, 1995) อีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสิ่งมีชีวิตระดับปฐมภูมิ ซึ่งเป็นอาหารในลำดับแรก ๆ ของห่วงโซ่อาหาร จึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเค็มต่อ การ พัฒนาการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ การฟัก อัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการรอด อัตราการกิน กิจกรรมของฟีนอลออกซิเดส ในโรนน้ำเค็ม *Artemia* sp. ในสภาวะที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มตั้งแต่ระยะแคปซูลไข่จนถึงระยะตัวอ่อน เปอร์เซ็นต์การฟัก อัตรา การรอด อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการกินแพลงก์ตอนพืช ชนิดคลอเรลล่า (*Chlorella* sp.) ที่สภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน
2. เพื่อศึกษากิจกรรมของฟีนอลออกซิเดสในไรน้ำเค็มที่สภาวะอุณหภูมิและความเค็ม

การตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของไรน้ำเค็มชนิด *Artemia salina*

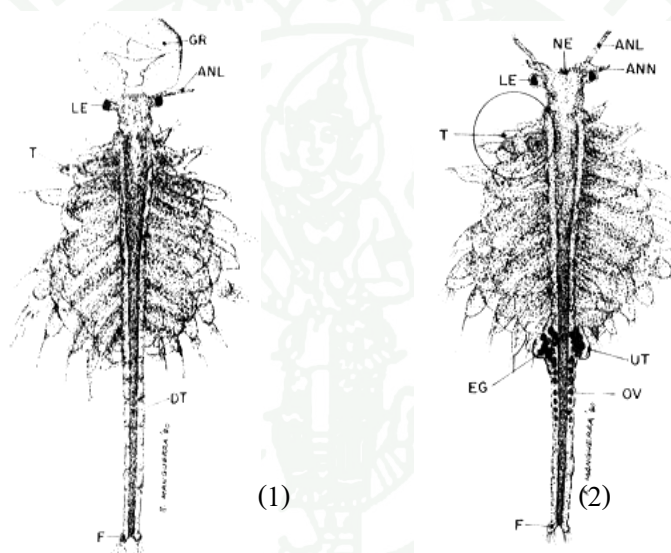
ไรน้ำเค็ม มีชื่อสามัญว่า "Brine shrimp" มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artemia* sp. (ลัดดา, 2540) ไรน้ำเค็มแบ่งเป็น 2 สายพันธุ์ คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีเพศเดียว คือ เพศเมีย ส่วนใหญ่พบในทวีปยุโรปและเอเชีย เรียกชื่อว่า *Artemia parthenogenetica* และต่อท้ายด้วยแหล่งที่พบ เช่น *A. parthenogenetica* Meva Lake, Africa เป็นต้น กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีสองเพศ คือ มีทั้งเพศผู้และเพศเมีย เช่น *Artemia salina*, *A. tunisiana*, *A. urmiana*, *A. franciscana*, *A. persimilis* และ *A. monica* เป็นต้น ไรน้ำเค็มเป็นสัตว์น้ำเค็มในกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจัดอยู่ใน Phylum Arthropoda, Class Crustacea เช่นเดียวกับพวกกุ้ง กั้ง และปู แต่ไรน้ำเค็มจะไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว มีเพียงเนื้อเยื่อบาง ๆ หุ้มตัว ลำตัวแบนและเรียวยาวไปทางหาง ทำให้มีลักษณะคล้ายใบไม้เคลื่อนที่โดยการว่ายน้ำ ร่างกายแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) 6 ปล้อง ปล้องแรกเป็นตาเดี่ยว (ocellus) ลักษณะกลมอยู่ด้านหน้ากึ่งกลางหัว ปล้องที่ 2 มีหนวดคู่แรก (first antennae) ใช้รับความรู้สึก ปล้องที่ 3 มีหนวดคู่ที่ 2 (second antenna) ใช้ในการว่ายน้ำและกรองเพื่อรวบรวมอาหารเข้าสู่ปาก ปล้องที่ 4 มีรยางค์ทำหน้าที่เป็นกราม (mandibles) ช่วยโฉบจับอาหารเข้าปาก กินอาหารขนาดเล็กทุกชนิดที่มีขนาดไม่เกิน 50 ไมโครเมตร (ขนาดปากประมาณ 20-60 ไมโครเมตร) โดยการกรอง (filter feeding) ปล้องที่ 5 มีรยางค์เป็นแผ่นคล้ายฟันคู่แรก (first maxillae) และปล้องที่ 6 มีรยางค์เป็นแผ่นคล้ายฟันคู่ที่สอง (second maxillae) (ลัดดา, 2540)

ส่วนอก (thorax) ของไรน้ำเค็มมีทั้งหมด 11 ปล้อง แต่ละปล้องมีรยางค์ (appendages) ยาวปล้องละ 1 คู่ รยางค์คู่ถัดไปยาวขึ้นเล็กน้อย และรยางค์ท้าย ๆ จะสั้นลงเล็กน้อย ซึ่งเป็นรยางค์อก (thoracopods) ทำหน้าที่ในการว่ายน้ำ เคลื่อนที่ หายใจ และกรองรวบรวมอาหาร ส่วนท้องและหาง (abdomen and tail) มี 8 ปล้องแคบกว่าส่วนอกมาก ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศ ปล้องที่ 2-7 ไม่มีรยางค์ ปล้องที่ 8 มีแพนหาง (cercopod) 1 คู่ (Vos, 1979)

ลัดดา (2540) รายงานว่าไรน้ำเค็มสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) และแบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สามารถออกไข่ได้ทั้ง ovoviviparous (ไข่ฟักออกเป็นตัวภายใน uterus ก่อนออกมาเป็นตัว uterus มักจะมีสีขาว) และ oviparous (ไข่ฟักออกเป็นตัวภายนอก uterus ก่อนออกมาเป็นไข่ uterus มักจะมีสีน้ำตาล) ซึ่งในแต่ละรอบ

การสืบพันธุ์ เพศเมียแต่ละตัวจะออกลูกเป็นตัวหรือเป็นไข่ได้เพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น ไรน้ำเค็มอายุประมาณ 1-3 เดือน สามารถสืบพันธุ์ได้หลายครั้ง โดยทั่วไป ไรน้ำเค็มจะมีความคงไข่ประมาณ 50-300 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่และสายพันธุ์ ไข่จะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

อนันต์ (2543) รายงานว่าไรน้ำเค็มเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย หนวดคู่ที่ 2 ของเพศผู้มีลักษณะคล้ายตะขอ อวัยวะเพศบริเวณปล้องแรกของส่วนท้องในเพศผู้จะมี penis หรือ graspers 1 คู่ ส่วนในเพศเมียจะมี uterus หรือ brood pouch (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ไรน้ำเค็มตัวเต็มวัย ; ตัวผู้ (1) ตัวเมีย (2) (ลัดดา, 2540)

ANN = Antenna, ANL = Antennula, NE = Nauplius eye, GR = Graspers (antenna)

F = Furca, EG = Eggs, LE = Lateral eye, T = Thoracopods, DT = Digestive tract

UT = Uterus, brood pouch, OV = Ovaries with oocytes

Sorgeloos (1977) รายงานว่าไรน้ำเค็มจะลอกคราบประมาณ 15 ครั้งจึงจะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย และในการลอกคราบครั้งที่ 10 จะเห็นความแตกต่างระหว่างเพศโดยดูจากหนวดคู่ที่ 2 ซึ่งในเพศผู้จะเปลี่ยนเป็นอวัยวะช่วยในการสืบพันธุ์มีขนาดใหญ่คล้ายตะขอเรียก hooked clasper ทางด้านท้ายของส่วนอกจะเห็นอวัยวะสืบพันธุ์ (penis) ส่วนเพศเมียหนวดคู่ที่ 2 จะมีขนาดเล็กลง เป็นยางค์ใช้รับความรู้สึก เพศเมียมีรังไข่ 1 คู่ ถัดจากด้านซ้ายของอกอยู่ขนานกับทางเดินอาหาร

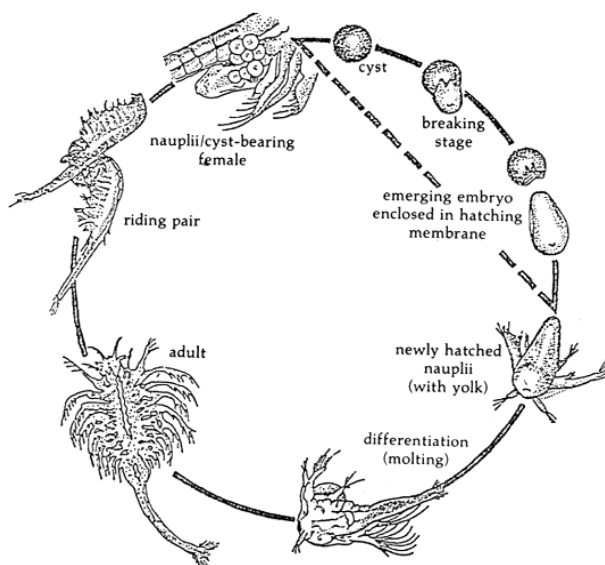
ไข่สุกจะเคลื่อนออกจากรังไข่ไปยังมดลูก (brood chamber หรือ uterus) ซึ่งมี 1 คู่ โดยผ่านทาง ท่อนำไข่ซึ่งมี 2 ท่อ

ก่อนการผสมพันธุ์ ตัวผู้จะใช้หนวดคู่ที่ 2 รับผิดชอบมดลูก และส่วนถัดจากอกปล้องสุดท้ายของตัวเมีย ทำให้ทั้งคู่สามารถว่ายน้ำได้รอบ ๆ ได้เป็นเวลานาน การกอดรัดตรงตำแหน่งนี้ ถือว่าเป็นการจับคู่ของไรน้ำเค็ม (copulation) จากนั้นจึงจะผสมพันธุ์ ซึ่งใช้เวลาเร็วมาก โดยตัวผู้ซึ่งรัดตัวเมียอยู่จะงอท้อง (abdomen) ไปข้างหน้าและใช้อวัยวะสืบพันธุ์ (penis) สอดเข้าไปในช่วงเปิดของมดลูก แล้วปล่อยน้ำเชื้อเข้าผสมกับไข่ ไข่ที่ผสมแล้วจะเจริญถึงขั้น gastrula และจะสร้างเปลือกหนาหุ้มกลายเป็นเกราะ (cyst) ซึ่งไข่จะหยุดการเจริญเติบโตช่วงหนึ่ง (diapause) ถือว่าเป็นการออกลูกเป็นไข่ แต่ถ้าไข่เจริญถึงขั้น gastrula แล้ว ไม่มีการสร้างเปลือกหุ้มไข่จะเจริญต่อไปจนออกมาเป็นตัว (nauplii) และพัฒนาการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย (Sorgeloos,1977)

วงจรชีวิตของไรน้ำเค็ม

การเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้ (Sorgeloos. (1977) (ภาพที่ 2)

1. ระยะ gastrula เป็นระยะที่ไข่กับน้ำเชื้อเข้าผสมกันแล้ว
2. ระยะ cyst เป็นระยะที่ไข่จะหยุดการเจริญเติบโตช่วงหนึ่ง (diapause) และมีการสร้างเปลือกหนาหุ้มกลายเป็นเกราะ (cyst)
3. ระยะ instar I เป็นระยะที่ไข่มีการเจริญเติบโตพัฒนาแล้วไม่มีการสร้างเปลือกหุ้มไข่จะเจริญต่อไปจนออกมาเป็นตัว มีถุงไข่แดงเป็นอาหาร โดยจะมีการลอกคราบประมาณ 15 ครั้ง ใช้เวลา 7-15 วัน
4. ระยะตัวเต็มวัย (adult) เป็นระยะที่สามารถใช้ร่างกายที่ส่วนนอกกรองรวบรวมอาหารที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 1-40 ไมโครเมตร รวบรวมอาหารส่งเข้าสู่ช่องปาก และเข้าสู่ทางเดินอาหาร



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของไรน้ำเค็ม (<http://www.fao.org/docrep/field/003/ac420e/AC420E17.gif>)

Clegg and Conte (1980) รายงานว่าไข่ไรน้ำเค็ม (*Artemia* spp.) ที่เจริญในตัวแม่จะฟักออกเป็นตัวโดยเซลล์พัฒนาจากตัวอ่อนระยะแกสตรูลา (gastrula stage) ซึ่งตัวอ่อนในระยะนี้จะฟักการเจริญเติบโตชั่วคราวและคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เป็นอย่างดี เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะพัฒนาต่อจนได้เป็นระยะเอ็มบริโอซึ่งมีจำนวนเซลล์ประมาณ 3,000 - 4,000 เซลล์ แต่ถ้าไรน้ำเค็มอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเค็มจัด อุณหภูมิของน้ำสูงหรือต่ำเกินไป ปริมาณแร่ธาตุและอาหารไม่เหมาะสม ไข่ไรน้ำเค็มในตัวแม่จะหยุดการเจริญของตัวอ่อน และจะสร้างเปลือกหุ้มป้องกันคัพภะในระยะแกสตรูลาไม่ให้เป็นอันตราย ซึ่งเปลือกหุ้มตัวอ่อนดังกล่าวมีลักษณะหนาแข็ง สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซต่อตัวอ่อน เนื่องจากมีรูพรุนเป็นทางผ่านของอากาศและน้ำ ช่วยพยุงให้ cyst ลอยน้ำ

โดยทั่วไป cyst มีขนาดประมาณ 200-300 ไมโครเมตร ประกอบด้วยเปลือกหุ้ม 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นโคเรียน (chorion) เป็นชั้นที่มีความแข็งแรงและหนากว่าชั้นอื่น ๆ มีหน้าที่ป้องกันคัพภะจากอันตรายภายนอก รวมทั้งรังสีอัลตราไวโอเลต (UV rays) ประกอบด้วยสารพวกไลโปโปรตีน (lipoprotein) ไคติน (chitin) และเฮมาทิน (Haematin) ซึ่งมีไอออนของธาตุเหล็ก (Fe^{3+}) เป็นองค์ประกอบ เยื่อหุ้มชั้นนอก (outer cuticular membrane) เป็นชั้นที่ถัดจากเปลือกหุ้ม

ชั้นโคเรียน ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ก๊าซที่มีโมเลกุลใหญ่กว่าโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึมผ่าน ทำหน้าที่คล้ายเยื่อกรองเลือกผ่าน (semipermeable membrane) เยื่อหุ้มคัพภะ (embryonic cuticle) ลักษณะเป็นเยื่อบางใส ยึดหยุ่นได้มาก มีเยื่อ inner cuticular membrane หรือ hatching membrane กันอยู่อีกชั้นหนึ่ง

Clegg and Conte (1980) รายงานว่าไข่ไรน้ำเค็มแห้ง (dry cysts) สามารถดูดซับน้ำ ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของ cysts เพิ่มขึ้น (โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องอาศัยแสงและออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญ โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ในรูปของทรีฮาโลส (trehalose) ให้กลายเป็นไกลโคเจน (glycogen) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของตัวอ่อนและเปลี่ยนแปลงเป็นกลีเซอรอล (glycerol) สะสมไว้ในเยื่อหุ้มชั้นนอก เมื่อกลีเซอรอลมีปริมาณมากขึ้น ตัวอ่อนหรือคัพภะจะสามารถดูดน้ำผ่านเยื่อหุ้มชั้นนอก ทำให้เกิดความดันออสโมติกภายในเยื่อหุ้มชั้นนอกมากขึ้นเรื่อย ๆ มากจนถึงระยะแตก (breaking stage) ซึ่งจะทำให้เปลือกหุ้มชั้นโคเรียนแตกออกไปด้วย กลีเซอรอลที่ถูกสะสมอยู่ก็จะถูกปล่อยออกไป เรียกว่า trehalose-glycerol hyperosmotic regulatory system ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เปลือกไข่แตกออกมาซึ่งเกิดขึ้นจากแรงดันออสโมติกจากการสูญเสียเกลือ ดังนั้น ถ้าความเค็มของน้ำที่ใช้ในการเพาะฟักเพิ่มขึ้น กลีเซอรอลจะถูกสร้างให้มีปริมาณมากขึ้นทำให้ต้องใช้เวลาในการฟักมากขึ้น

อนันต์ (2543) รายงานว่าไรน้ำเค็มที่ฟักเป็นตัว (instar I) มีความยาวประมาณ 0.4-0.52 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 0.14-0.18 มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 0.01 มิลลิกรัม เจริญเติบโตโดยการลอกคราบประมาณ 15 ครั้ง (7-15 วัน) เมื่อโตเต็มวัย ไรน้ำเค็ม จะมีขนาดต่างกันขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ เพศ ไรน้ำเค็มมีขนาดช่องปากประมาณ 60 ไมโครเมตร กินอาหารโดยการกรอง (filtering feeder) ซึ่งการกินอาหารแบบดังกล่าวนี้จะไม่สามารถเลือกชนิดและประเภทอาหารได้ แต่จะกรองรวบรวมอาหารและทุกสิ่งในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปาก จนกระทั่งมีขนาด 1-3 ไมโครเมตร ดังนั้นอาหารของ ไรน้ำเค็มจึงมีทั้งประเภทมีชีวิตและไม่มีชีวิต ได้แก่ ยีสต์ ไคอะตอม สาหร่ายเซลล์เดียว แบคทีเรีย ราละเอียด กากถั่ว มูลสัตว์ เป็นต้น โดยอาร์ทีเมียวัยอ่อน (nauplii) จะใช้หนวดในการกรองรวบรวมอาหารส่งผ่านเข้าสู่ mandible และทางเดินอาหาร ส่วนเมื่อโตเต็มวัย (adult) จะใช้ส่วนหนึ่งของร่างกายที่ส่วนนอกกรองอาหารที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 1-40 ไมโครเมตร ก่อนรวบรวมอาหารส่งเข้าสู่ช่องปาก และเข้าสู่ทางเดินอาหาร ซึ่งข้อได้เปรียบของตัวอ่อนไรน้ำเค็มในระยะ Instar I จะยังไม่กินอาหารเนื่องจากทางเดินอาหาร ปาก และรูก้นของ

ตัวอ่อนยังปิดอยู่ และอยู่ในช่วงใช้อาหารจากไข่แดง (yolk) ตัวอ่อนไร่น้ำเค็มจะเริ่มกินอาหารโดยการใช้หนวดคู่ที่ 2 (second antennae) รวบรวมอาหาร

ไร่น้ำเค็มสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในน้ำความเค็มต่ำประมาณ 3-4 ส่วนในพันส่วน จนกระทั่งความเค็มสูงกว่า 200 ส่วนในพันส่วน (pH 7.5 - 9) แต่ในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถพบ ไร่น้ำเค็มเฉพาะในทะเลสาบ หรือแหล่งน้ำที่มีความเค็มจัด มีรายงานการพบ ไร่น้ำเค็มมากกว่า 50 สายพันธุ์ทั่วโลก (อนันต์, 2543) ทั้งในเขตหนาวเขตอบอุ่น และเขตร้อน แต่ก็มีเพียง 10 กว่าแหล่งเท่านั้นที่มีปริมาณมากพอที่จะเก็บรวบรวมไข่ส่งออกจำหน่ายเป็นการค้าได้ เช่น จีน สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย และบราซิล เป็นต้น

อนันต์ (2543) รายงานว่า การรวบรวมเก็บรักษาไข่ ไร่น้ำเค็ม มีขั้นตอนเริ่มจากการรวบรวมและล้างทำความสะอาดไข่ ไร่น้ำเค็มที่ลอยตามคลื่นลมพัดหรือใช้เรือในการรวบรวม จากนั้นกรองแยกเศษขยะและตัว ไร่น้ำเค็มที่ตายทิ้ง ล้างทำความสะอาดสิ่งกรองที่เหลือ แยกไข่ออกจากสิ่งเจือปนทั้งหมด โดยไข่ ไร่น้ำเค็ม จะจมในน้ำจืดและลอยได้ดีที่สุดในน้ำเค็มจนกระทั่งอัมต (ความเค็มมากกว่า 250 ส่วนในพันส่วน) จากนั้นนำไข่ ไร่น้ำเค็มมาล้างเอาเกลือออก รวบรวมไข่ทำให้สะอาด น้ำและนำไปตากในบริเวณแดดจัด (1-2 วัน) หรือใช้ลมร้อนเป่าจนแห้งประมาณ 2-48 ชั่วโมง การใช้ลมเป่าสามารถแยกสิ่งเจือปนและไข่ออกจากกัน วิธีการดังกล่าวทำให้ไข่มีความชื้นอยู่ระหว่าง 7-12 เปอร์เซ็นต์ และขั้นตอนสุดท้ายการเก็บรักษาไข่นิยมทำกันมี 3 วิธี คือ การเก็บในสุญญากาศ (vacuum pack) ถุงที่บรรจุไนโตรเจน (nitrogen pack) และเก็บในที่ซึ่งมีความชื้นและออกซิเจนน้อยที่สุด

อนันต์ (2543) ยังรายงานว่าวิธีการเพาะฟัก ไร่น้ำเค็มว่าใช้ไข่ ไร่น้ำเค็มวางลงในน้ำที่มีความเค็ม 10-35 ส่วนในพันส่วน อัตราประมาณ 1-5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ให้อากาศตลอดเวลา ระยะเวลาเพาะฟักนานประมาณ 15-48 ชั่วโมง ปริมาณการฟักเป็นตัวอ่อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของไข่และสายพันธุ์เป็นสำคัญ ไร่น้ำเค็มสามารถนำมาใช้นุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนหรือเลี้ยงสัตว์น้ำได้โดยตรง ตัวอ่อนที่ห่อหุ้มด้วยเปลือก (*Artemia* cysts) สามารถเก็บให้คงสภาพมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหลายปี เมื่อต้องการใช้สามารถนำไปเพาะฟักในระยะเวลาสั้น ๆ ก็จะได้ตัวอ่อนของ ไร่น้ำเค็ม โดยสามารถใช้เป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ตามต้องการ สะดวกต่อการใช้และการจัดการ มีคุณค่าทางอาหารสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของไรน้ำเค็ม

ระยะพัฒนา	สารอาหาร (%)			
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ตัวอ่อน	52.2 ± 8.8	18.9 ± 4.5	14.8 ± 4.8	9.7 ± 4.6
ตัวเต็มวัย	56.4 ± 5.6	11.8 ± 5.0	12.1 ± 4.4	17.4 ± 6.3

ที่มา : Leger *et al.* (1987)

การประเมินคุณภาพการฟักไข่ไรน้ำเค็ม

ในการประเมินคุณภาพการฟักไข่ไรน้ำเค็ม Sorgeloos *et al.* (1986) รายงานไว้ดังนี้

ประสิทธิภาพการฟัก (Hatching Efficiency = HE) หมายถึง จำนวนตัวอ่อนจากการฟักไข่ไรน้ำเค็ม 1 กรัม การคำนวณ ประสิทธิภาพการฟักได้จากสมการ

$$HE = N \times 2,000 \text{ ตัว} / \text{ไข่ 1 กรัม}$$

เมื่อ N = จำนวนไรน้ำเค็มระยะ Instar I)

เปอร์เซ็นต์การฟัก (Hatching Percentage = HP) หมายถึง ตัวอ่อนที่ได้จากการฟักของไข่ดี (full cyst) 100 ฟอง การคำนวณ เปอร์เซ็นต์การฟัก

$$HP = [N / (N + U + FC)] \times 100\%$$

N = จำนวนไรน้ำเค็มระยะ Instar I

U = จำนวนไรน้ำเค็มระยะ Umbrella

FC = แทน จำนวนไข่ไรน้ำเค็ม Full cyst

เอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

ฟีนอลออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่มาจากระบบ proPO พบในการสร้างเมลานินและยังตรวจพบได้ในฮีโมลิมฟ์หรือใน coelom และคิวติเคิล (cuticle) ของอาร์โทรพอด (Söderhäll and Cerenius, 1998) เอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสสามารถเร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง ortho ของโมโนฟีนอลและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของฟีนอลไปเป็นควิโนน รวมทั้งสามารถเปลี่ยนไทโรซีน (tyrosine) ไปเป็น dihydroxyphenylalanine (DOPA) และเปลี่ยน DOPA ไปเป็น DOPA-quinone (Sugumaran, 1996) โดยปฏิกิริยาเหล่านี้เกิดในวิถีการสร้างเมลานิน Söderhäll (1981) และ Leonard *et al.* (1985) พบว่าส่วนประกอบของผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ได้แก่ เบตา-1,3-กลูแคน (β -1,3-glucan) ไลโปโพลีแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide) เปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) หรือ ซิโมแซน (zymosan) (ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตจากผนังเซลล์ของยีสต์) urea, Ca^{2+} เอนไซม์ทริปซิน (trypsin) และความร้อน สามารถกระตุ้นให้เอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสมีแอกทิวิตี (activity) เพิ่มสูงขึ้นได้ โดยทำหน้าที่กระตุ้นในลักษณะเดียวกับ serine proteinase (Söderhäll, 1981; Leonard *et al.*, 1985) ซึ่งสามารถกระตุ้นเอนไซม์โปรฟีนอลออกซิเดสที่ไม่ active ไปเป็นเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ active ได้ และทำให้เกิดการสร้างเมลานิน โดยเห็นเป็นจุดสีดำบริเวณคิวติเคิลของอาร์โทรพอด (Söderhäll and Ajaxon, 1982; Sugumaran and Kanost, 1993)

แหล่งที่พบเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

ในพืชพบเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสได้หลากหลาย เช่น พบในข้าวโอ๊ต (Skoglund *et al.*, 2007) ในแครอท (*Daucus carota*) (Carlberg *et al.*, 1985) และในลำไย (*Dimocarpus longan* Lour) (หทัยชนก, 2533) เป็นต้น ส่วนในสัตว์พบเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสทั้งในฮีโมลิมฟ์และเซลล์เม็ดเลือด (Ashida *et al.*, 1983; Saul *et al.*, 1987; Hernandez-Lopez *et al.*, 1996) ในสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น หอยแมลงภู่นก Mytilus edulis และชนิด Perna perna หมึก ชนิด Illex argentinus (Hellio *et al.*, 2007) รวมถึงหอยสองฝา เช่น Ruditapes decussates หอยกะพง เมดิเตอร์เรเนียน (Mytilus galloprovincialis) หอยนางรม (Crassostrea gigas) (Luna-Gonzalez *et al.*, 2003) พบในสัตว์กลุ่มอาร์โทรพอด เช่น Holotrichia diomphalia และกุ้งนางชนิด Pacifastacus leniusculus (Le *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2001) และในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่นๆ อาทิ เช่น tobacco hornworm (Manduca sexta), silkworm (Bombyx mori) (Qiu *et al.*, 2007) ในเฟรียงหัวหอม

(ascidian) ชนิด *Goniocarpa rustica*, (Chaga, 1980) ชนิด *Ciona intestinalis* (Jackson *et al.*, 1993) ชนิด *Styela plicata* (Arizza *et al.*, 1995) ชนิด *Phallusia mammillata* (Cammarata *et al.*, 1999)

มีการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส ในสัตว์กลุ่มครัสเตเชียนโดย Sritunyalucksana *et al* (1999) ศึกษาการตกตะกอนของเม็ดเลือด (agglutination) ในกิจกรรมของ ฟีนอลออกซิเดส และการยับยั้งจุลชีพ (antibacterial) ในเลือดของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) พบว่าที่ระดับ peptidoglycan 0.4% และ lipopolysaccharide 0.002% สามารถยับยั้งจุลชีพกระตุ้น การตกตะกอนและทำให้กิจกรรมของฟีนอลออกซิเดส เพิ่มขึ้นถึง 22 และ 11 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ Perazzolo and Barraco (1997) ศึกษาเอนไซม์ในระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งชนิด *Penaeus paulensis* พบว่ามีการแสดงออกของเอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส มากกว่า 80 % ในเม็ดเลือด โดย เอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อมี lipopolysaccharide, trypsin และ β -1,3 glucan เป็นตัวกระตุ้น และยังพบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ระดับความเข้มข้น 5 mM และ 10 mM ตามลำดับ เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์ ฟีนอล ออกซิเดส ขณะเดียวกัน Liu *et al.* (2006) ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในเลือดของ ปูหิน (*Charybdis japonica*) พบว่าเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส มีสภาพเหมาะสมที่ pH 6.0 อุณหภูมิ 40 °C และมีค่า Km ของ L-DOPA เท่ากับ 3.41 นอกจากนี้ เอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสยังมีความ ไวต่อสารบางชนิด ได้แก่ sodium sulfite, 1-phenyl-2-thiourea, thiourea และ benzoic acid แต่จะถูก ยับยั้งโดย Zn^{2+} , Mg^{2+} , ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) และ diethyldithiocarbamate (DECT) เช่นเดียวกับ Hernández-López *et al.* (1996) ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ในเม็ดเลือดของกุ้งชนิด *Penaeus californiensis* พบว่าเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส จะมีประสิทธิภาพ ในการทำงานสูง เมื่อมี laminarin เป็นตัวกระตุ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และวิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน

การเตรียมน้ำทะเลสำหรับเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช

การเตรียมแพลงก์ตอนพืช

การศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มตั้งแต่แคปซูลไปจนถึงระยะตัวอ่อน

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟัก

การศึกษาอัตราการรอดของไรน้ำเค็ม

การศึกษากิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจน

การศึกษา อัตราการกินคลอเรลล่าของไรน้ำเค็ม

การเตรียมน้ำทะเลสำหรับเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช

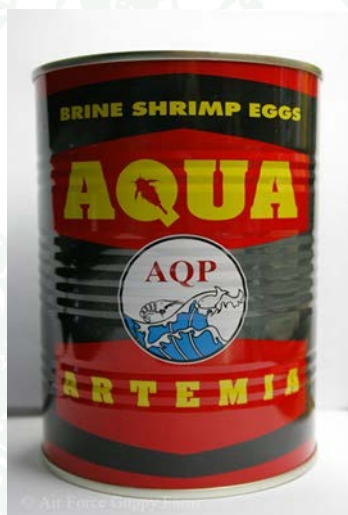
เตรียมน้ำทะเลบริสุทธิ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนในอัตราส่วน 20 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ตัน ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วนำมาผสมกับน้ำจืดปรับความเค็มให้ได้ระดับ 30 psu จากนั้นนำไปกรองด้วยชุดกรองที่บรรจุกระดาษกรอง GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร นำน้ำที่กรองแล้วเทใส่ขวดรูปชมพู่ ฆ่าด้วยอุณหภูมิเยนัมฟอยด์ นำไปเข้าเครื่อง Autoclave รุ่น Hirayama ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 30 นาที น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเตรียมไว้เพื่อขยายหัวเชื้อแพลงก์ตอนต่อไป

การเตรียมแพลงก์ตอนพืช

เตรียมน้ำแพลงก์ตอนพืชชนิดคลอเรลล่าในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 1 ,000 มิลลิลิตร โดยใช้อาหารสูตร Conway (ลัดดา, 2540) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร น้ำทะเลบริสุทธิ์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 900 มิลลิลิตร และหัวเชื้อคลอเรลล่าบริสุทธิ์ 100 มิลลิลิตร ควบคุมอุณหภูมิการเพาะเลี้ยงที่ 25 – 27 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่างจากหลอด ฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 1 ,000 lux มีด 12 ชั่วโมง สว่าง 12 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวเซลล์ที่ระยะ Stationary phase เป็นอาหารของไรน้ำเค็ม

การศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มตั้งแต่แคปซูลไข่จนถึงระยะตัวอ่อน

เพาะฟัก ไข่ไรน้ำเค็ม (*Artemia salina*) (จากบริษัท Advance Pharma. CO.,LTD.) ในน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 25 35 50 100 และ 140 psu ที่ปราศจากเชื้อ (Autoclaved seawater) ในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสงประมาณ 1 ,000 lux ให้อากาศผ่านหัวทราย สุ่มตัวอย่างไข่ที่เพาะฟัก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทุก 1 ชั่วโมง นำมาส่องดูพัฒนาการการเจริญเติบโต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Olympus BX60 กำลังขยาย 100X สังเกตพัฒนาการการเจริญเติบโตของตัวอ่อนพร้อมบันทึกภาพในแต่ละระยะ



ภาพที่ 3 ไข่ไรน้ำเค็มจากบริษัท Advance Pharma. CO.,LTD.

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟัก

เพาะฟัก ไข่ไรน้ำเค็มในน้ำทะเล ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu Sorgeloos *et al.* (1986) ที่ปราศจากเชื้อ ในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสงประมาณ 1 ,000 lux และให้อากาศผ่านหัวทราย เมื่อครบ 1 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างในแต่ละชุดการทดลอง ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร นำตัวอย่างมาใส่ในหลอดทดลองเติมน้ำทะเลที่ผ่านการให้อากาศมาอย่างดีที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เพิ่มอีกหลอดทดลองละ 9 มิลลิลิตรจนปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฟักที่อุณหภูมิต่าง ๆ

โดยให้อากาศทางสายอากาศผ่าน pasture pipette จนเวลาครบ 48 ชั่วโมง จึงหยดน้ำยา Lugol (Lugol's solution) 2-3 หยด นับจำนวนตัวอ่อนแต่ละตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วหาค่าเฉลี่ย พร้อมนับจำนวนเปลือกไข่และไข่ที่ยังไม่ฟักเป็นตัวรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย คำนวณเปอร์เซ็นต์การฟักโดยใช้สูตร $H\% = \overline{N} \times 100 / \overline{C}$ (Sorgeloos *et al* 1986)

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } H\% &= \text{เปอร์เซ็นต์การฟัก} \\ \overline{N} &= \text{ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอ่อน} \\ \overline{C} &= \text{ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่} \end{aligned}$$

การศึกษาอัตราการรอดของไรน้ำเค็ม

การวัดอัตราการรอดโดยเฉพาะฟักไข่ไรน้ำเค็มในน้ำทะเลที่ปราศจากเชื้อที่ระดับความเค็ม 30 psu ในอัตราส่วนไข่ 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องโดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสงประมาณ 1,000 lux ให้แมลงก้นดองพีชชนิดคลอเรลล่า โดยนำมาเจือจางในน้ำทะเลระดับความเค็ม 30 psu ให้มีความหนาแน่น 1×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร แล้วให้คลอเรลล่าเป็นอาหารของไรน้ำเค็ม ที่ระดับความหนาแน่น 1×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ในเวลา 07:00 11:00 15:00 19:00 และ 23:00 น. โดยมีตัวอย่างไรน้ำเค็มตัวเต็มวัยอายุ 30 วันนับจากแรกฟัก จำนวน 10 ตัว หรือในขวด Duran ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีน้ำทะเลความเค็ม 25 35 และ 50 psu บรรจุขวดละ 200 มิลลิลิตร เลี้ยงติดต่อกันเป็นเวลา 120 ชั่วโมง นับไรน้ำเค็มที่รอดชีวิตทุก 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลเปอร์เซ็นต์การฟัก และอัตราการรอดตายด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม spss ในการวิเคราะห์

การศึกษากิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

การทดลอง และการเตรียมตัวอย่าง

เลี้ยง ไร่น้ำเค็มตัวเต็มวัยอายุ 30 วันนับจากแรกฟัก จำนวน 20 ตัว หรือที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลิตร ในขวด Duran ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ขวดละ 200 มิลลิลิตร ให้อากาศผ่านหัวทราย เก็บตัวอย่างทุก 1 3 6 12 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก 0.1 กรัม เติมนิโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) และ 1M Tris-HCl buffer, pH 8 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 xg อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วจึงเก็บเฉพาะส่วนใสเพื่อนำไปวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์

การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ดำเนินการตามวิธีการของ Christopher *et al.* (2006) และ Heinz *et al.* (2001) ส่วนผสมของปฏิกิริยาปริมาตร 3 มิลลิลิตรประกอบด้วย 2% sodium dodecyl sulphate (SDS) (ที่บ่มลงใน crude enzyme 250 μ l ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที) 100 mM Tris-HCl, pH 7 และ 2mM L-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA ใน 100 mM phosphate buffer, pH 6.5) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร แล้วคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงของ dopamine ที่ 475 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.01 หน่วย ในเวลา 1 นาที

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในหน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร โดยเทียบการดูดแสงของโปรตีนมาตรฐาน bovine serum albumin (BSA) ที่ทราบความเข้มข้นแล้ว ตามวิธีการของ Bradford (1976) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม spss ในการวิเคราะห์

การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจน

การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนโดยเพาะฟัก ไช้ไร่น้ำเค็มในน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 30 psu ที่ปราศจากเชื้อ ในอัตราส่วนไข่ 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องโดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสงประมาณ 1,000 lux เลี้ยงไร่น้ำเค็มในขวด Duran ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เติมน้ำทะเลที่ความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่ผ่านการให้อากาศอย่างดีขวดละ 300 มิลลิลิตร นับไร่น้ำเค็ม แรกฟักอายุ 48 ชั่วโมง ใส่ลงในขวด ๆ ละ 300 ตัว วัดอัตราการใช้ออกซิเจนด้วย เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน จดบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนทุกๆ 1 นาที จนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำค่อนข้างคงที่

การศึกษาอัตราการกินคลอเรลล่าของไร่น้ำเค็ม

การวัดอัตราการกิน โดยการเพาะฟัก ไช้ไร่น้ำเค็มในน้ำทะเลที่ปราศจากเชื้อที่ระดับความเค็ม 30 psu ในอัตราส่วนไข่ 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องโดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสงประมาณ 1,000 lux ให้แพลงก์ตอนพืชชนิดคลอเรลล่า โดยนำมาเจือจางในน้ำทะเลระดับความเค็ม 30 psu ให้มีความหนาแน่น 1×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร แล้วให้คลอเรลล่า เป็นอาหารของไร่น้ำเค็ม ที่ระดับความหนาแน่น 1×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร โดยเลี้ยงไร่น้ำเค็มในขวด Duran ปริมาตร 250 มิลลิลิตร โดยหุ้มขวดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์คลุมแสงเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า เติมน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ขวดละ 200 มิลลิลิตรและนับไร่น้ำเค็ม ตัวเต็มวัยอายุ 30 วัน นับจากแรกฟัก ใส่ลงในขวด ๆ ละ 20 ตัว หรือที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลิตร ให้อากาศผ่านหัวทราย วัดอัตราการกินทุก 1 3 6 12 และ 24 ชั่วโมงโดยการกรองน้ำด้วยชุดกรองที่บรรจุกระดาษกรอง GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร แล้วนำกระดาษกรองแช่อะซิโตนเข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์ตรวจสอบและคำนวณคู่อัตราการกินที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่าง ๆ กัน

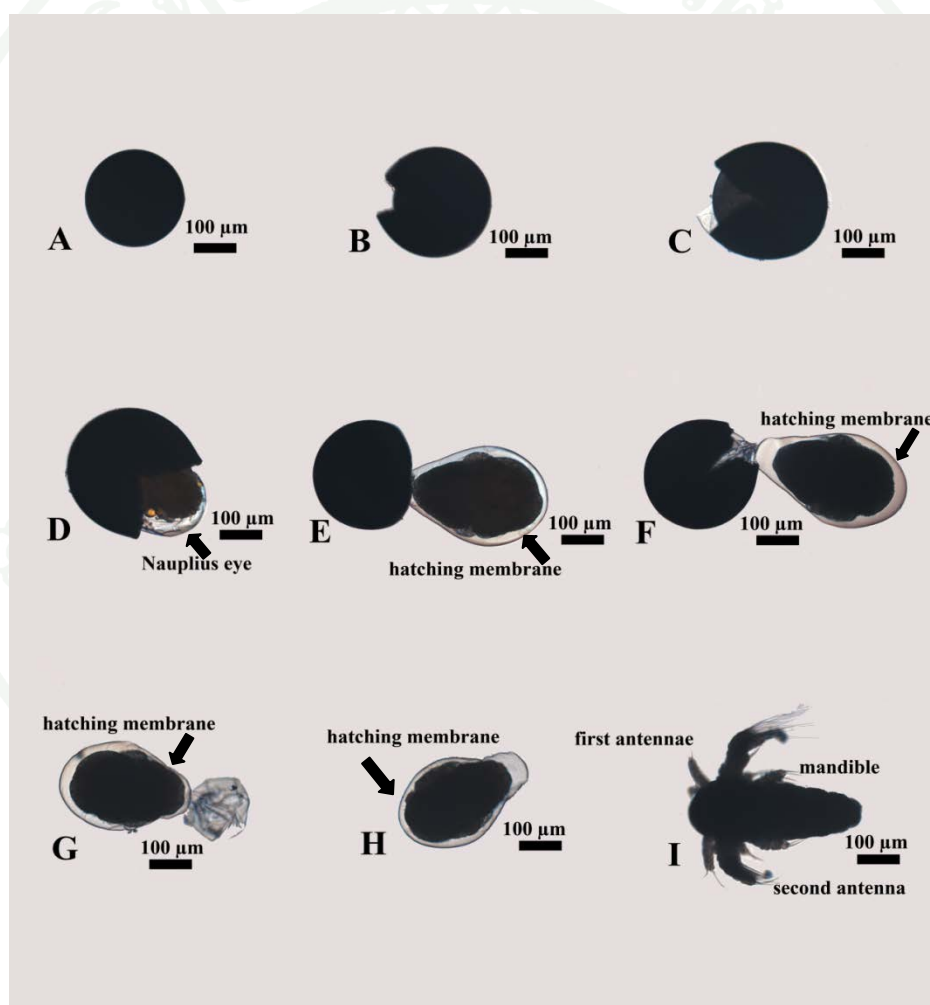
ผลและวิจารณ์

การศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มตั้งแต่แคปซูลไข่จนถึงระยะตัวอ่อน

การศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มตั้งแต่แคปซูลไข่ ซึ่งมีขนาด 200-300 ไมโครเมตร จนถึงระยะ instar I พบว่าพัฒนาการการเจริญเติบโตเริ่มต้นจากแคปซูลไข่ของไรน้ำเค็มดูดซับน้ำเข้าไปด้านใน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วฟองตัวออกจนมีรูปร่างกลม (ภาพที่ 3A) ภายในไข่ (cyst) มีตัวอ่อนเรียกว่าระยะ Gastrula จากนั้นเปลือกนอก (cyst shell + outer cuticular membrane) จะค่อย ๆ แตกออก เรียกระยะนี้ว่าระยะแตก (Breaking stage) (ภาพที่ 3 B, C, D) เกิดตัวอ่อนระยะก่อนนอเพลียส (pre-nauplius) (ภาพที่ 3 G, H) โดยมีเยื่อหุ้ม (hatching membrane) อยู่ จากนั้นตัวอ่อนจะโผล่ออกจากเปลือกโดยสมบูรณ์แต่ยังไม่ทิ้งเปลือกเรียกระยะนี้ว่า Umbrella stage (ภาพที่ 3 E, F) ในเวลานี้ตัวอ่อนเริ่มมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเรื่อย ๆ อยู่ภายในเยื่อหุ้มจนหลุดจากเยื่อหุ้มเข้าสู่ระยะ nauplius/ Instar I (ภาพที่ 3 I) มีรูปร่างคล้ายลูกแพร์ หรือรูปไข่ยาวประมาณ 400-500 ไมโครเมตร สามารถว่ายน้ำเป็นอิสระตัวอ่อนหลังฟักออกจากแคปซูลไข่ พบว่าตัวอ่อนมีสีส้มแกมน้ำตาล เนื่องจากมีไข่แดงสะสมอยู่มาก โดยจะมีการลอกคราบ และเป็นตัวอ่อน ระยะที่ 2 เรียก อินสตาร์ II ซึ่งจะเริ่มกินอาหาร เจริญเติบโต และลอกคราบอีก ประมาณ 15 ครั้งในเวลา 7-15 วัน ก็จะเป็นไรน้ำเค็มตัวเต็มวัย

การพัฒนาการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มเกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาบอลิซึมภายในของไข่ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม อาทิ แสง อุณหภูมิ และความเค็ม พบว่าปริมาณแสงที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของไข่ ถ้าปริมาณแสงน้อยขบวนการเมตาบอลิซึมจะเกิดช้าลง ส่งผลต่อพัฒนาการการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มหรือตัวอ่อนโดยอาจฟักเป็นตัวช้าลงหรือไม่ฟักเป็นตัว (ลัดดา,2530) ซึ่งขบวนการนี้ที่เกิดขึ้นในไข่ก่อนถึงระยะแตกออกของเปลือกไข่ เกิดจากการสูญเสียเกลือแร่ และเมื่อระดับความเค็มของน้ำที่ใช้ในการเพาะฟักเพิ่มขึ้น การสร้างกลีเซอรอล ในไข่ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย จึงเกิดการรักษาระดับความดันออสโมติกภายในตัวอ่อนให้สูงกว่าความดันออสโมติกของน้ำ มีผลทำให้เปลือกหุ้มตัวอ่อนทั้งหมดแตกออก โดยเยื่อหุ้มตัวอ่อนระยะก่อนนอเพลียสจะมีเอนไซม์ที่ช่วยให้การฟักเกิดขึ้นที่ส่วนหัว เอนไซม์นี้เมื่อถูกขับออกมาจะไปทำให้เยื่อหุ้มตัวอ่อนแตกออก ทำให้ตัวอ่อนหลุดมาภายนอก โดยจะสังเกตได้ว่าตัวอ่อนหลุดออกมาโดยเอาส่วนหัวออกมาก่อนทุกครั้ง ดังนั้นยิ่งน้ำมีความเค็มสูงขึ้นเท่าไรกลีเซอรอลก็ยิ่งถูกสร้างเพิ่มมากขึ้นไปอีก เท่านั้น ระยะเวลาที่เปลือกหุ้มไข่แตกออกรวมถึงเวลาการฟักเป็นตัวของไข่ก็ยัง

นานขึ้นด้วยสอดคล้องกับ สุเมธ (2522) อ้างถึงใน Jennings และ White (1941) ได้กล่าวว่า ไข่จะเข้าสู่ ระยะ Emerged ได้ในเวลารวดเร็ว ถ้าเปอร์เซ็นต์ของความเข้มข้นของน้ำทะเลต่ำ จึงสัมพันธ์กับรายงานของ Sorgeloos *et al* (1986) ที่กล่าวว่า Clegg (1968) ได้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการเพาะฟักที่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม คือทฤษฎี “trehalos – glycerol hyperosmotic regulator” ซึ่งกล่าวว่าเมื่อเพาะฟักไข่เปลือกไข่ด้านในจะสร้างกลีเซอรอลเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ภายในเปลือกไข่มีแรงดันออสโมซิสสูงกว่าแรงดันออสโมซิสของน้ำทะเลที่มีเกลือแกง (NaCl) ละลายอยู่ จะมีผลให้เปลือกไข่แตกออก



ภาพที่ 4 ระยะการพัฒนาเป็นเอมบริโอของไรน้ำเค็ม

A : Egg capsule B, C, D : Breaking stage E, F: Umbrella stage

G, H : Pre-nauplius I : Newly hatched nauplii/ Instar I

ระยะเวลาการพัฒนาการเจริญเติบโต

การศึกษาพัฒนาการเจริญเติบโตของไร่น้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส และความเค็ม 25 35 และ 50 psu พบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาการของตัวอ่อนเข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 5 ความเค็ม 35 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 6 ความเค็ม 50 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 9 (ตารางที่ 2) ที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาการของตัวอ่อนเข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 8 ความเค็ม 35 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 7 ความเค็ม 50 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 9 ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาการของตัวอ่อนเข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 6 ความเค็ม 35 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 5 ความเค็ม 50 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 13 ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาการของตัวอ่อนเข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 15 ความเค็ม 35 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 17 ความเค็ม 50 psu เข้าสู่ Breaking stage ในชั่วโมงที่ 19

จาก Breaking stage มีการพัฒนาเข้าสู่ระยะ embryo โดยพบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 12 ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 10 ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 15 ที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu ซึ่งมีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 12 ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 10 ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 11 ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu ที่มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 18 ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 15 ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 19 ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 22 ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 23 ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น embryo ในชั่วโมงที่ 28

ตารางที่ 2 ระยะเวลาการพัฒนากำเนิดเจริญเติบโตของไรน้ำเค็ม

	ระยะเวลาการพัฒนากำเนิดเจริญเติบโตของไรน้ำเค็ม (ชั่วโมง)												
	อุณหภูมิ (°C)												
	35			30			25			20			30
ความเค็ม (psu) ระยะ	25	35	50	25	35	50	25	35	50	25	35	50	30
Egg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Breaking stage	5	6	9	8	7	9	6	5	13	15	17	19	5
Emerging embryo enclosed in hatching membrane	12	10	15	12	10	11	18	15	19	22	23	28	11
Newly hatched nauplii (with yolk)/ Instar 1	13	15	18	14	14	14	20	22	22	31	30	32	13

หมายเหตุ : ชุดควบคุม คือ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 30 psu

เมื่อตัวอ่อนมีการพัฒนาเป็น embryo แล้วจะพัฒนากำเนิดเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ Newly hatched nauplii (with yolk)/ Instar I โดยพบว่า ที่ระดับ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 13 ใกล้เคียงกับที่ระดับ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 psu ซึ่งมีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 15 ส่วนที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 18

ที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 14 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 14 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 1 ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมงที่ 20 ที่

ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมง ที่ 22 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมง ที่ 22

ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมง ที่ 31 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมง ที่ 30 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 50 psu มีการพัฒนาเป็น Instar I ในชั่วโมง ที่ 32

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับ ความเค็มสูง ระยะเวลาการพัฒนากการเจริญเติบโตจะยาวนานกว่าที่ระดับความเค็มต่ำ แต่หากมองภาพรวมตามระดับอุณหภูมิพบว่า ที่ระดับ อุณหภูมิสูงระยะเวลาการพัฒนากการเจริญเติบโต จะเร็วกว่าที่ระดับอุณหภูมิต่ำ ในระยะ Breaking stage เห็นได้ชัดเจนว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาในการพัฒนากการเจริญเติบโตมากที่สุด (19 ชั่วโมง) ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับ อนันต์ (2525) และ Vos (1979) รายงานว่า อัตราการฟักจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ แต่หากพิจารณาตามระดับความเค็มจะพบว่าความเค็มต่ำให้พัฒนากการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าความเค็มสูง เช่นเดียวกับรายงานของ อนวัช และ ประจวบ (2531) ที่กล่าวว่าอัตราการฟักตัวมีค่าสูงสุดที่ ระดับความเค็มต่ำ (5 psu) และสอดคล้องกับ ลัดดา (2530) รายงานว่า เมื่อไข่อยู่ในสภาวะอุณหภูมิระหว่าง 4 ถึง 32 องศาเซลเซียส จะทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวคงที่ ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นนอเพเลียสได้เร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ประสิทธิภาพการฟักจะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -18 องศาเซลเซียส ถึง 4 องศาเซลเซียส

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟักของไรน้ำเค็ม

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟักของไรน้ำเค็ม ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่อุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่าเปอร์เซ็นต์การฟักของไรน้ำเค็มมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 40.28 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์ ถึง 80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ไรน้ำเค็มมีเปอร์เซ็นต์การฟักสูงสุด เท่ากับ 80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 psu อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีเปอร์เซ็นต์การฟัก ต่ำสุดเท่ากับ 40.28 ± 0.56 ที่ระดับความเค็ม 50 psu อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ ชุดควบคุม เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การฟัก โดยที่ทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 4) โดยที่ระดับความเค็ม 50 psu พบว่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักสูงสุด (70.39 ± 0.90 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักต่ำสุด (40.28 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์) ระดับความเค็ม 35 psu พบว่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักสูงสุด (75.56 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักต่ำสุด (58.42 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์) ระดับความเค็ม 25 psu พบว่าอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักสูงสุด (80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การฟักต่ำสุด (67.87 ± 0.25 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองภาพรวมในด้านปัจจัยระดับความเค็ม พบว่าความเค็มสูง (50 psu) ให้เปอร์เซ็นต์การฟักเฉลี่ยต่ำสุด (40.28 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้เปอร์เซ็นต์การฟักเฉลี่ยสูงสุด (80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ Hedavati and Bagheri (2010) ศึกษาผลของอุณหภูมิ 3 ระดับ (25 30 35 องศาเซลเซียส) ความเค็ม 3 ระดับ (25 30 35 ppt) ที่เวลา 3 ระดับ (24 48 72 ชั่วโมง) พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การฟักมากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละปัจจัย มีเปอร์เซ็นต์การฟักสูงที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 ppt แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทุกระดับความเค็มมีเปอร์เซ็นต์การฟักสูง ส่วนอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทุกระดับความเค็ม มีเปอร์เซ็นต์การฟักต่ำ

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การฟักของไรน้ำเค็ม

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	เปอร์เซ็นต์การฟัก (%)
50	35	40.28 ^D ± 0.56
	30	67.15 ^C ± 0.74
	25	60.16 ^D ± 8.33
	20	70.39 ^B ± 0.90
35	35	58.42 ^D ± 0.28
	30	73.70 ^B ± 0.43
	25	69.54 ^C ± 0.47
	20	75.56 ^A ± 0.57
25	35	67.87 ^C ± 0.25
	30	80.15 ^A ± 0.22
	25	78.13 ^A ± 0.17
	20	71.38 ^B ± 0.50
30 (ชุดควบคุม)	30	79.46 ^A ± 0.53

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การฟักของไรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4223.368(a)	12	351.947	63.035	.000
Intercept	161794.998	1	161794.998	28978.167	.000
salinity	1450.038	3	483.346	86.569	.000
temperature	1879.515	3	626.505	112.210	.000
salinity * temperature	588.328	6	98.055	17.562	.000
Error	145.167	26	5.583		
Total	188058.212	39			
Corrected Total	4368.534	38			

a R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .951)

ดังนั้นอุณหภูมิมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การฟักมากกว่าความเค็ม โดยเปอร์เซ็นต์การฟักเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์การฟักสูงที่เวลา 28 ชั่วโมง หลังให้อากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 35 ppt ดังนั้นไรน้ำเค็มจึงเป็นอาหารมีชีวิตที่มีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการอนุบาลลูกสัตว์น้ำระยะวัยอ่อน โดยการเพาะฟักไข่ไรน้ำเค็มที่ให้เปอร์เซ็นต์การฟักสูง ไรน้ำเค็มจึงมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวางเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนของสัตว์น้ำ

นอกจากอุณหภูมิ และความเค็มที่มีอิทธิพลกับ เปอร์เซ็นต์การฟักหรือประสิทธิภาพการฟักแล้วยังมีปัจจัย สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ อาทิ ความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แสงสว่าง ความสะอาดและคุณภาพของไข่ ความหนาแน่นของไข่ ตลอดจนเทคนิคในการเพาะฟัก ที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะฟัก กล่าวคือ ประสิทธิภาพการฟักเป็นตัวจะไม่ถูกทำลายแม้จะเก็บไว้ในอุณหภูมิ -273 ถึง 60 องศาเซลเซียส แต่ที่ระดับอุณหภูมิ 60 ถึง 90 องศาเซลเซียสไข่ยังสามารถคงสภาพการฟักเป็นตัวได้ดีทั้งนี้ต้องอยู่ในอุณหภูมิดังกล่าวเพียงช่วงเวลาอันสั้นเท่านั้น (Sorgeloos *et al.*, 1986) การบรรจุไข่ในภาชนะที่มีออกซิเจนหลงเหลืออยู่จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักต่ำ (วิทย์, 2538) สอดคล้องกับรายงานของ วิจิต และสุทิน (2540) พบว่า เปอร์เซ็นต์ฟักของไข่ลดลงเร็วขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้น ไข่เก็บที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์

การฟักลดลงน้อยที่สุด และไม่มีความแตกต่างกัน (0.79 เปอร์เซ็นต์ และ 0.82 เปอร์เซ็นต์ /เดือน) แตกต่างที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (1.6 เปอร์เซ็นต์/เดือน) ไข่เก็บในสภาพสุญญากาศ และไม่สุญญากาศ มีเปอร์เซ็นต์การฟักลดลงไม่แตกต่างกัน การเก็บรักษาไข่ในระยะเวลาไม่เกิน 4 เดือน เพื่อให้มีเปอร์เซ็นต์การฟักลดลงน้อยที่สุดควรเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อเปิดกระป๋องไข่ ไร่น้ำเค็ม แล้วต้องรีบใช้ให้หมด หากต้องการเก็บไว้ต้องปิดกระป๋องให้สนิทด้วย เทปกาวยาส หรือซิลิโคน เพื่อมิให้ไข่ดูดความชื้นเข้าไปซึ่งจะทำให้ตัวอ่อนมีการพัฒนาและตายในที่สุด



การศึกษาอัตราการรอดของไร่น้ำเค็ม

การศึกษาอัตราการรอดของไร่น้ำเค็ม ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่อุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) พบว่าที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงสุด (99.48 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์) และที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 35 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดต่ำสุด (64.77 ± 0.95 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 5 อัตราการรอดตายของไร่น้ำเค็ม

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	อัตราการรอด (%)		
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
50	35	90.41 ^D ± 0.91	84.01 ^{BC} ± 0.60	79.88 ^B ± 0.60
	30	79.01 ^E ± 1.45	70.09 ^F ± 0.23	63.71 ^E ± 1.41
	25	82.25 ^E ± 3.87	77.65 ^E ± 2.65	71.38 ^C ± 1.20
	20	95.36 ^{BC} ± 3.94	83.42 ^{BCD} ± 0.87	55.33 ^F ± 1.29
35	35	64.77 ^G ± 0.95	57.03 ^H ± 0.88	50.56 ^G ± 0.57
	30	95.56 ^{BC} ± 0.56	80.77 ^D ± 0.68	73.75 ^{CD} ± 1.65
	25	93.85 ^{BCD} ± 3.28	84.16 ^{BC} ± 2.04	75.65 ^C ± 1.85
	20	92.16 ^{CD} ± 1.05	84.56 ^{BC} ± 3.27	65.33 ^E ± 1.79
25	35	69.34 ^F ± 2.22	67.25 ^G ± 0.60	63.92 ^E ± 0.70
	30	94.99 ^{BC} ± 1.66	83.59 ^{BCD} ± 2.05	72.99 ^{CD} ± 2.06
	25	99.48 ^A ± 0.16	90.86 ^A ± 0.31	83.88 ^A ± 0.77
	20	97.04 ^{AB} ± 0.08	85.52 ^B ± 0.55	73.26 ^{CD} ± 1.32
30 (ชุดควบคุม)	30	97.15 ^{AB} ± 2.05	82.33 ^{CD} ± 2.02	74.18 ^{CD} ± 3.00

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงสุด (90.86 ± 0.31 เปอร์เซ็นต์) และที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 35 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดต่ำสุด (57.03 ± 0.88 เปอร์เซ็นต์) ที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงสุด (83.88 ± 0.77 เปอร์เซ็นต์) และที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 35 psu ไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดต่ำสุด (50.56 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6, 7 และ 8) พบว่าปัจจัยด้านระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิมีอิทธิพลต่ออัตราการรอด และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกันในระยะเวลา 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาภาพรวมตามระดับปัจจัยอุณหภูมิพบว่าไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงที่ระดับความเค็ม 35 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และอัตราการรอดค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง สอดคล้องกับ El-Bermawil *et al.* (2004) รายงาน ผลของความเค็มต่ออัตราการรอดของประชากรไร่น้ำเค็ม 4 ชนิดจากทะเลสาบในอียิปต์พบว่า ไร่น้ำเค็มชนิด bisexual จากทะเลสาบ Wadi El-Natrun มีอัตราการรอดสูงที่ความเค็ม 35 80 และ 120 g/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเค็ม 150 และ 200 g/l^{-1} และมีอัตราการรอดสูงสุดที่ระดับความเค็ม 80 g/l^{-1} หลังจาก 17 วันแล้วอัตราการรอดจะเป็น 0 ที่ระดับความเค็ม 150 และ 200 g/l^{-1} ในทางตรงกันข้ามไร่น้ำเค็มชนิด parthenogenetic จากทะเลสาบต่าง ๆ มีอัตราการรอดสูงที่ระดับความเค็ม 150 และ 200 g/l^{-1} อย่างไรก็ตามไร่น้ำเค็มชนิด parthenogenetic จากทะเลสาบ Borg El-Arab, El-Max และ Qarun มีอัตราการรอดที่ใกล้เคียงกันทุกระดับความเค็ม คือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับ Soundarapandian and Saravanakumar (2009) รายงาน ผลของความเค็มที่แตกต่างกันต่ออัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำเค็ม ที่ความเค็ม 3 ระดับ คือน้ำจืด (2-4 ppt) น้ำกร่อย (28-33 ppt) และน้ำทะเล (34-55 ppt) พบว่ามีอัตราการรอดสูงสุดในน้ำทะเล (80 เปอร์เซ็นต์) ตามด้วยน้ำกร่อย (75 เปอร์เซ็นต์) และน้ำจืด (30 เปอร์เซ็นต์) เห็นได้ว่าไร่น้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงเนื่องจากในการทดลองมีการควบคุมไม่ให้มีประชากรผู้ล่า

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา
24 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4537.616(a)	12	378.135	84.245	.000
Intercept	270642.870	1	270642.870	60296.849	.000
salinity	220.285	3	73.428	16.359	.000
temperature	2146.503	3	715.501	159.407	.000
salinity * temperature	2051.163	6	341.860	76.163	.000
Error	116.701	26	4.489		
Total	310579.526	39			
Corrected Total	4654.317	38			

a R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .963)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา
48 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3063.124(a)	12	255.260	99.784	.000
Intercept	216599.244	1	216599.244	84671.243	.000
salinity	201.442	3	67.147	26.249	.000
temperature	1347.724	3	449.241	175.614	.000
salinity * temperature	1523.915	6	253.986	99.286	.000
Error	66.511	26	2.558		
Total	248553.649	39			
Corrected Total	3129.635	38			

a R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .969)

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา
72 ชั่วโมงที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3190.890(a)	12	265.908	110.792	.000
Intercept	166209.050	1	166209.050	69251.995	.000
salinity	390.714	3	130.238	54.264	.000
temperature	913.911	3	304.637	126.929	.000
salinity * temperature	1852.381	6	308.730	128.634	.000
Error	62.402	26	2.400		
Total	191779.020	39			
Corrected Total	3253.292	38			

a R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .972)

ไร่น้ำเค็มเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในระยะเวลา 16-19 วัน (Kulasekarapandian and Ravichandran, 2003) เมื่อเพาะเลี้ยงในบ่อน้ำทะเล แต่ในการศึกษาของ Soundarapandian and Saravanakumar (2009) พบว่าไร่น้ำเค็มมีขนาด สูงสุด (1.2 เซนติเมตร) ในน้ำทะเลใช้ระยะเวลาสั้นสุด 14 วัน และขนาด ต่ำสุด (0.4 เซนติเมตร) ในน้ำจืด สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในช่วงเวลา 14-20 วันเมื่อเพาะเลี้ยงที่ระดับความเค็มต่างระดับกันคือน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล น้ำมีการเปลี่ยนทุก ๆ 2 วัน โดยเพาะเลี้ยงกลางแจ้งระบบเปิดจึงมีการระเหยของน้ำตลอดเวลาความเค็มจึงมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในระหว่างการเพาะเลี้ยง ความเค็มจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตและมวลชีวภาพของไร่น้ำ ค็ม (Arana, 1987) ไร่น้ำเค็มเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยใน 19 วันที่ความเค็ม 20 ppt และ 18 วันที่ความเค็ม 45 ppt (Soniraj, 2004).

อุณหภูมิเป็นปัญหาและเป็น ปัจจัย ด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำเค็มเพราะว่ามีผลโดยตรงต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม อัตราการใช้ออกซิเจน การเจริญเติบโต การลอกคราบ และอัตราการรอด โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของครัสเตเชียพบในการศึกษาประชากรไร่น้ำเค็มอย่างสูง เมื่อความเค็มในช่วง

42-200 ppt และความเค็มในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส (Lenz and Browne, 1991). สอดคล้องกับ รายงานของ Soundarapandian and Saravanakumar (2009) พบว่าไรน้ำเค็มมีอัตราการรอดสูง (80 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเพาะเลี้ยงที่ระดับความเค็ม 35-55 ppt ตามด้วย 75 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 28-33 ppt และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 2-4 ppt ดังนั้นความเค็มที่สูงกว่าจึงจำเป็น มากสำหรับอัตราการรอดที่ดีกว่าถึงแม้ว่าไรน้ำเค็มจะอาศัยได้ในช่วงความเค็มกว้าง ความเค็มที่ เหมาะสมที่สุดสำหรับไรน้ำเค็มสายพันธุ์ Sanfrancisco คือ 60 ppt (Douillet, 1987) ภายใต้สภาวะ ห้องปฏิบัติการมีไรน้ำเค็มทั้งหมด 13 สายพันธุ์ (Vanhaecke *et al.*, 1984) ที่มีอัตราการรอดสูงในช่วง ความเค็มกว้าง (35-100 ppt) Triantaphyllidis *et al.* (1995) พบว่า ประชากรไรน้ำเค็มมีอัตราการ รอดได้ดีที่ความเค็ม 60 ppt และ 100 ppt ในขณะที่ความเค็ม 35 40 และ 80 ppt อัตราการรอด ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 27 วันของการเพาะเลี้ยง

ชลอ และคณะ (2553) รายงานผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต อัตราการตายของกุ้งขาว แวนนาไมที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 25 ppt อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 29 ± 1 องศาเซลเซียส (กลุ่มควบคุมให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักตัว) กลุ่มที่ 2 อุณหภูมิ 33 ± 1 องศาเซลเซียส (ให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักตัว) และกลุ่มที่ 3 อุณหภูมิ 33 ± 1 องศาเซลเซียส (ให้อาหาร เพิ่มมากกว่ากลุ่มที่ 1 อีก 36.5 เปอร์เซ็นต์) เลี้ยงนาน 49 วัน พบว่ากุ้งในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 20.00 ± 1.25 , 18.20 ± 1.98 และ 20.80 ± 2.15 กรัม ตามลำดับซึ่ง ในกลุ่มที่ 1 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อัตราการรอดตายของกลุ่ม 3 มีค่าเพียง 65.33 ± 11.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) Ponce-Palafox และคณะ (1997) รายงาน ผลของอุณหภูมิ และความเค็มต่อการ เจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งขาวระยะ postlarvae ที่ระดับความเค็ม 20 30 35 40 และ 50 ppt และที่ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีอัตราการรอดสูงสุด ในระยะ juveniles ระหว่างอุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส และความเค็มสูงกว่า 20 ppt การเจริญเติบโตสูงสุดอยู่ระหว่างอุณหภูมิ 25 และ 35 ppt Kumlu and Eroldouan (2000) รายงาน ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการรอดของกุ้ง (*Penaeus semisulcatus*) ระยะ postlarvae ที่ระดับอุณหภูมิ 22 24 26 30 และ 34 องศาเซลเซียส พบว่า มีอัตราการรอด 52 46 70 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Kumlu และคณะ (2001) รายงาน ผลของความเค็มต่ออัตร การรอดของกุ้ง (*Metapenaeus monoceros*) ระยะ postlarvae ที่ระดับความเค็ม 5 10 20 30 35 40 และ 50 ppt พบว่ามีอัตราการรอด 8 11 48 49 52 59 and 36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ความเค็ม จัดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ควบคุมการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของ สิ่งมีชีวิต แม้ว่าไรน้ำเค็มจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในช่วงความเค็มกว้าง (euryhaline) แต่จะเป็นสิ่งที่เหมาะสมกว่าเมื่อได้อยู่ในช่วงความเค็มที่เหมาะสม ในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ อุณหภูมิ การกินอาหาร และความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อประชากรไรน้ำเค็ม (Wear and Huslett, 1987)



การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

การศึกษา กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระดับ ความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹ ถึง 20.67 ± 0.41 units mg protein⁻¹ (ตารางที่ 9) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (20.67 ± 0.41 units mg protein⁻¹) และที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสและทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตาราง ที่ 10)

ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (20.67 ± 0.41 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (10.79 ± 0.95 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (19.83 ± 0.01 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (19.83 ± 0.01 units mg protein) แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.36 ± 0.12 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 9 กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 ชั่วโมง

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	กิจกรรมเอนไซม์ phenoloxidase (units mg protein ⁻¹)
50	35	20.67 ^A ± 0.41
	30	16.69 ^E ± 0.80
	25	18.39 ^C ± 0.37
	20	10.79 ^G ± 0.95
35	35	19.83 ^{AB} ± 0.01
	30	19.10 ^{BC} ± 0.02
	25	17.20 ^{DE} ± 0.65
	20	8.86 ^H ± 0.70
25	35	18.02 ^{CD} ± 0.02
	30	11.36 ^G ± 0.12
	25	13.79 ^F ± 1.50
	20	11.71 ^G ± 0.31
30 (ชุดควบคุม)	30	16.73 ^E ± 0.34

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม
หลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 ชั่วโมง

Type III Sum of					
Source	Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	538.493(a)	12	44.874	107.938	.000
Intercept	8405.609	1	8405.609	20218.256	.000
salinity	62.465	3	20.822	50.083	.000
temperature	382.491	3	127.497	306.673	.000
salinity * temperature	91.890	6	15.315	36.838	.000
Error	10.809	26	.416		
Total	10070.537	39			
Corrected Total	549.303	38			

a R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .971)

กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสหลังจาก ทดสอบความเครียด ที่เวลา 3 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 10.61 ± 0.63 units mg protein⁻¹ ถึง 22.38 ± 0.38 units mg protein⁻¹ (ตารางที่ 11) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับความเค็ม 30 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (22.38 ± 0.38 units mg protein⁻¹) และที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (10.61 ± 0.63 units mg protein⁻¹) และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อ กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 12)

ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (15.25 ± 0.25 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (13.29 ± 0.67 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (17.05 ± 0.42 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (12.28 ± 0.05 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (15.78 ± 0.03 units mg protein) แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (10.61 ± 0.63 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 11 กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 3 ชั่วโมง

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	กิจกรรมเอนไซม์ phenoloxidase (units mg protein ⁻¹)
50	35	14.32 ^{DE} ± 0.94
	30	15.14 ^C ± 0.02
	25	15.25 ^C ± 0.25
	20	13.29 ^F ± 0.67
35	35	17.05 ^B ± 0.42
	30	15.04 ^{CD} ± 0.51
	25	13.87 ^{EF} ± 0.17
	20	12.28 ^G ± 0.05
25	35	15.78 ^C ± 0.03
	30	10.61 ^H ± 0.63
	25	13.16 ^F ± 0.82
	20	13.65 ^{EF} ± 0.12
30 (ชุดควบคุม)	30	22.38 ^A ± 0.38

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม
หลังจากทดสอบความเครียดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	285.520(a)	12	23.793	116.303	.000
Intercept	8195.739	1	8195.739	40061.288	.000
salinity	185.762	3	61.921	302.673	.000
temperature	35.354	3	11.785	57.604	.000
salinity * temperature	49.044	6	8.174	39.955	.000
Error	5.319	26	.205		
Total	8782.704	39			
Corrected Total	290.839	38			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .973)

กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสหลังจาก ทดสอบความเครียด ที่เวลา 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 11.16 ± 0.24 units mg protein⁻¹ ถึง 22.44 ± 0.61 units mg protein⁻¹ (ตารางที่ 13) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับความเค็ม 30 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง กิจกรรมเอนไซม์พบว่า กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (22.44 ± 0.61 units mg protein⁻¹) และที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.16 ± 0.24 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติพบว่าปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อ กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 14)

ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (20.13 ± 3.73 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (12.08 ± 0.22 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (20.49 ± 0.76 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (15.32 ± 0.49 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (21.35 ± 0.75 units mg protein) แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.16 ± 0.24 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 13 กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 6 ชั่วโมง

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	กิจกรรมเอนไซม์ phenoloxidase (units mg protein ⁻¹)
50	35	18.10 ^{DE} ± 1.35
	30	20.13 ^{BCD} ± 3.73
	25	12.08 ^I ± 0.22
	20	13.44 ^{HI} ± 0.77
35	35	20.49 ^{AB} ± 0.76
	30	15.32 ^{FG} ± 0.49
	25	18.37 ^{CDE} ± 0.13
	20	16.77 ^{EF} ± 0.32
25	35	16.94 ^{EF} ± 1.42
	30	11.16 ^I ± 0.24
	25	21.35 ^{AB} ± 0.75
	20	12.42 ^I ± 0.26
30 (ชุดควบคุม)	30	22.44 ^A ± 0.61

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม
หลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 6 ชั่วโมง

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	504.309(a)	12	42.026	26.463	.000
Intercept	10385.907	1	10385.907	6539.973	.000
salinity	141.617	3	47.206	29.725	.000
temperature	96.467	3	32.156	20.248	.000
salinity * temperature	271.718	6	45.286	28.517	.000
Error	41.290	26	1.588		
Total	11618.577	39			
Corrected Total	545.599	38			

a R Squared = .924 (Adjusted R Squared = .889)

กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.49 ± 0.15 units mg protein⁻¹ ถึง 27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹ (ตารางที่ 15) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับความเค็ม 30 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹) และที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.49 ± 0.15 units mg protein⁻¹) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 16)

ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (23.19 ± 0.29 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (15.25 ± 0.47 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (14.93 ± 0.50 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (20.83 ± 1.68 units mg protein) แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (14.30 ± 0.20 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 15 กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร้น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา
1 2 ชั่วโมง

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	กิจกรรมเอนไซม์ phenoloxidase (units mg protein ⁻¹)
50	35	23.19 ^B ± 0.29
	30	15.25 ^{FG} ± 0.47
	25	20.55 ^C ± 0.37
	20	16.87 ^E ± 0.32
35	35	27.64 ^A ± 0.19
	30	18.04 ^{DE} ± 1.21
	25	17.72 ^{DE} ± 0.61
	20	14.93 ^{FG} ± 0.50
25	35	18.20 ^D ± 0.02
	30	20.83 ^C ± 1.68
	25	14.30 ^G ± 0.20
	20	15.66 ^F ± 0.43
30 (ชุดควบคุม)	30	11.49 ^H ± 0.15

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม
หลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 12 ชั่วโมง

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	643.082(a)	12	53.590	120.415	.000
Intercept	10478.489	1	10478.489	23544.693	.000
saliity	131.636	3	43.879	98.594	.000
temperature	258.139	3	86.046	193.342	.000
saliity * temperature	209.998	6	35.000	78.643	.000
Error	11.571	26	.445		
Total	13368.623	39			
Corrected Total	654.653	38			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .974)

กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสหลังจาก ทดสอบความเครียด ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 11.62 ± 0.20 units mg protein⁻¹ ถึง 22.41 ± 0.41 units mg protein⁻¹ (ตารางที่ 17) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (22.41 ± 0.41 units mg protein⁻¹) และที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.62 ± 0.20 units mg protein⁻¹) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยของระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม มีอิทธิพลต่อ กิจกรรม ของเอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 18)

ที่ระดับความเค็ม 50 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (17.92 ± 0.26 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (12.58 ± 0.63 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (22.41 ± 0.41 units mg protein⁻¹) แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (14.29 ± 0.11 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (22.59 ± 0.28 units mg protein) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (11.62 ± 0.20 units mg protein⁻¹) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 17 กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มหลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	กิจกรรมเอนไซม์ phenoloxidase (units mg protein ⁻¹)
50	35	16.20 ^{EF} ± 0.50
	30	14.84 ^F ± 0.19
	25	12.58 ^{GH} ± 0.63
	20	17.92 ^{DE} ± 0.26
35	35	22.41 ^{AB} ± 0.41
	30	19.72 ^{CD} ± 1.19
	25	14.29 ^{FG} ± 0.11
	20	15.40 ^F ± 0.06
25	35	22.59 ^A ± 0.28
	30	20.47 ^{BC} ± 0.21
	25	18.65 ^{CD} ± 0.30
	20	11.62 ^H ± 0.20
30 (ชุดควบคุม)	30	22.10 ^{AB} ± 3.79

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (superscript) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในไร่น้ำเค็ม
หลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 24 ชั่วโมง

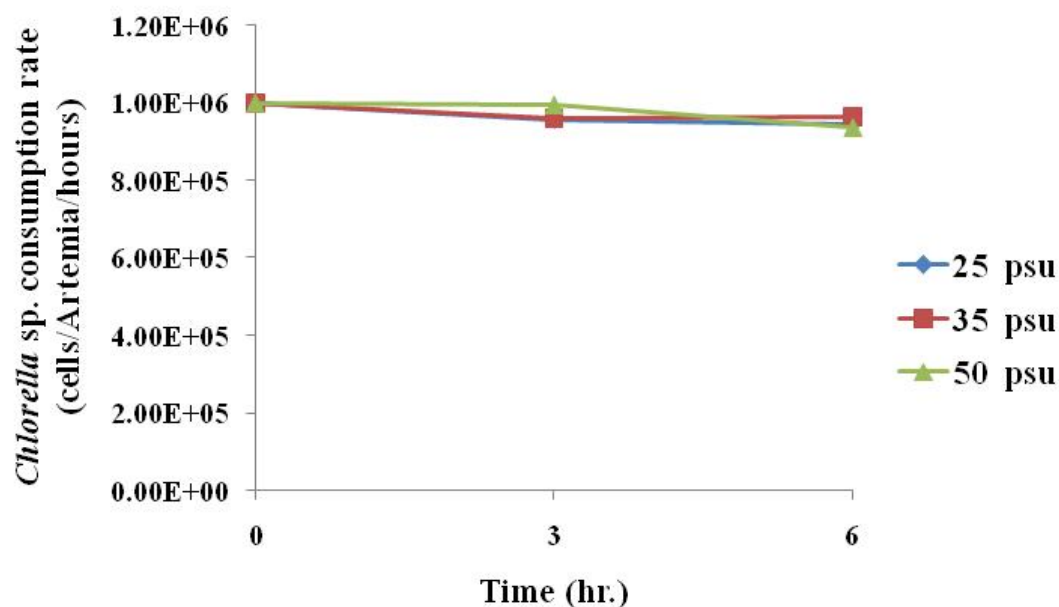
Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	505.759(a)	12	42.147	32.241	.000
Intercept	10890.774	1	10890.774	8331.093	.000
salinity	93.404	3	31.135	23.817	.000
temperature	185.404	3	61.801	47.276	.000
salinity * temperature	192.888	6	32.148	24.592	.000
Error	33.988	26	1.307		
Total	12624.647	39			
Corrected Total	539.748	38			

a R Squared = .937 (Adjusted R Squared = .908)

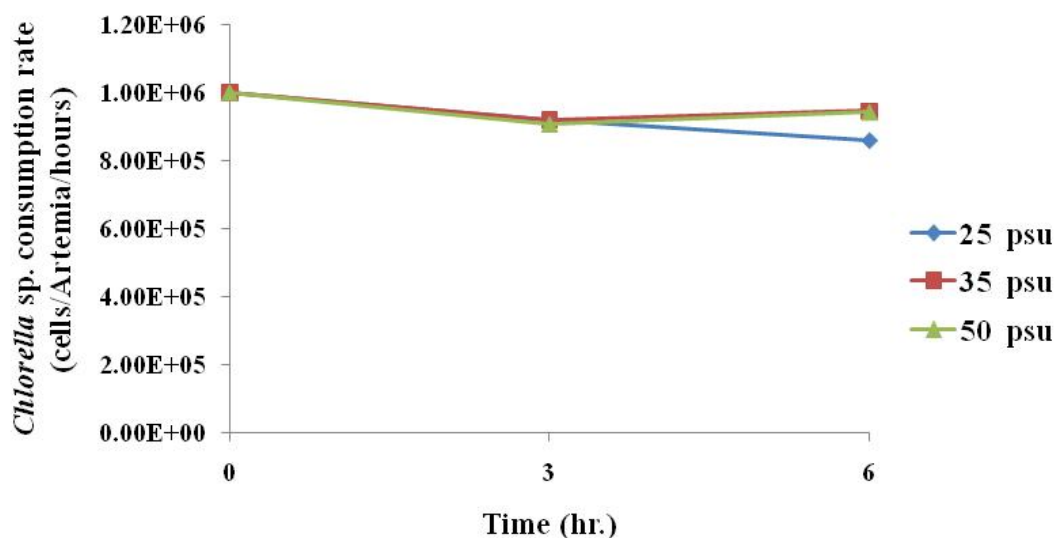
จากผลการศึกษากิจกรรมเอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส ของไร่น้ำเค็ม หลังจากทดสอบความเครียดที่เวลา 1 3 6 12 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่า ปัจจัยของระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกัน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งกิจกรรมเอนไซม์ ฟีนอลออกซิเดส ของไร่น้ำเค็มมีค่าสูงสุด (27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹) ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มมีค่าต่ำสุด (8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹) ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

การศึกษาอัตราการกินคลอเรลล่า (*Chlorella* sp.) ของไรน้ำเค็ม

อัตราการกินคลอเรลล่า (*Chlorella* sp.) ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส โดยให้คลอเรลล่าที่ความหนาแน่นเซลล์เริ่มต้น 1×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ปริมาณไรน้ำเค็มตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัว ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5) เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.56×10^5 cells/artemia/hr 9.61×10^5 cells/artemia/hr และ 9.95×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ซึ่งที่ระดับความเค็ม 35 และ 50 psu ไรน้ำเค็มมีการกรองกินได้เร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 25 psu และเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ไรน้ำเค็มมีการกรองกิน คลอเรลล่าที่ความหนาแน่นเซลล์ เท่ากับ 9.46×10^5 cells/artemia/hr 9.66×10^5 cells/artemia/hr และ 9.37×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu

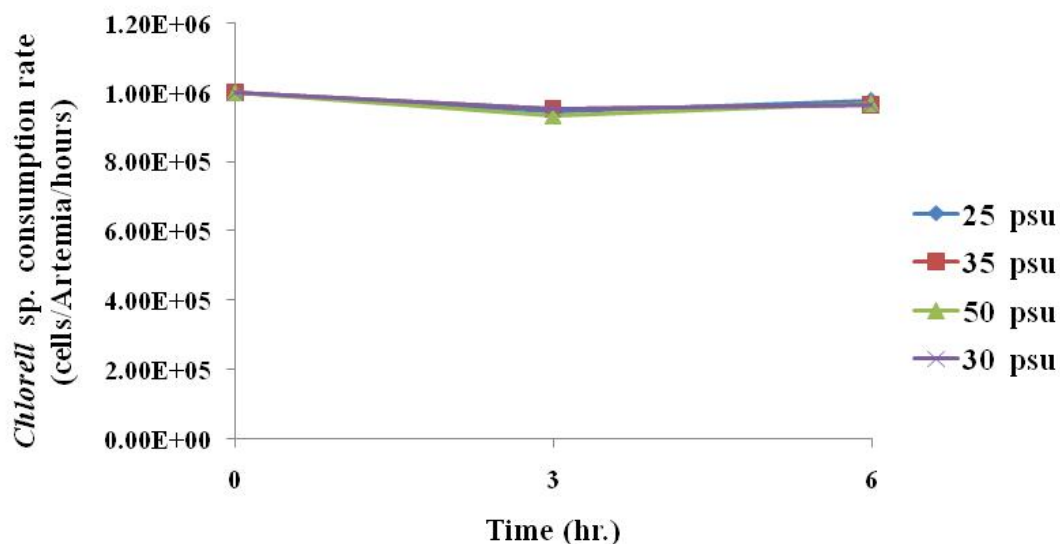


ภาพที่ 5 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส



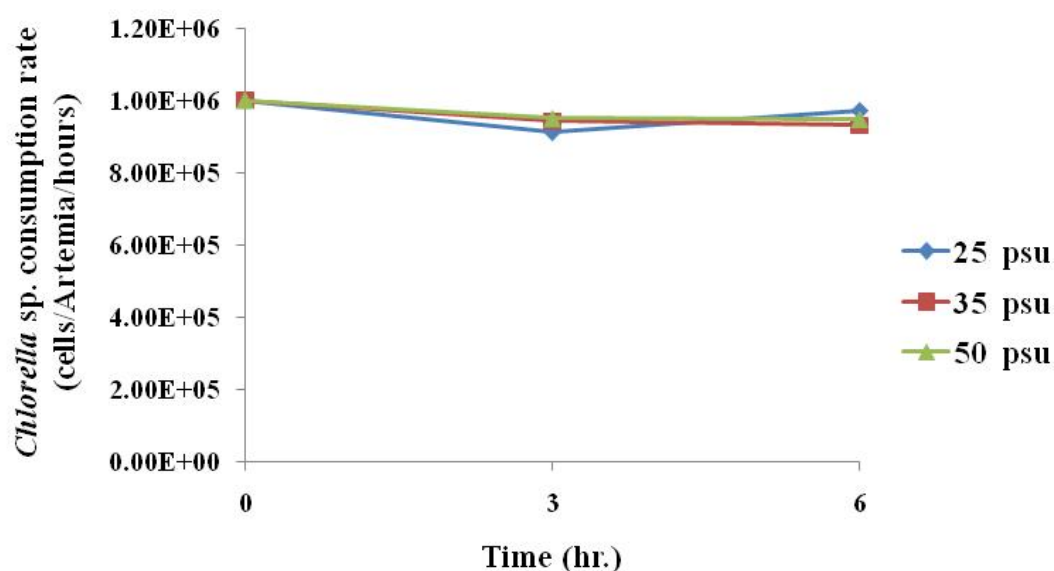
ภาพที่ 6 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.20×10^5 cells/artemia/hr 9.18×10^5 cells/artemia/hr 9.07×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ตามลำดับ ซึ่งไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าที่ระดับความเค็ม 25 และ 35 psu ได้รวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 50 psu และเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินเท่ากับ 8.58×10^5 cells/artemia/hr 9.45×10^5 cells/artemia/hr และ 9.42×10^5 cells/artemia/hr ซึ่งที่ระดับความเค็ม 35 psu ไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าได้เร็วกว่าระดับความเค็ม 50 และ 25 psu



ภาพที่ 7 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ณ ที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปครบ 3 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่า ที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.46×10^5 cells/artemia/hr 9.54×10^5 cells/artemia/hr 9.54×10^5 cells/artemia/hr 9.34×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 30 35 และ 50 psu ซึ่งไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าที่ระดับความเค็ม 30 และ 35 psu ได้รวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 25 และ 50 psu และเมื่อเวลาผ่านไปครบ 6 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่า ที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.78×10^5 cells/artemia/hr 9.66×10^5 cells/artemia/hr 9.66×10^5 cells/artemia/hr 9.69×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 30 35 และ 50 psu ซึ่งไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าที่ระดับความเค็ม 25 30 และ 35 psu ได้รวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 50 psu



ภาพที่ 8 ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกินที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

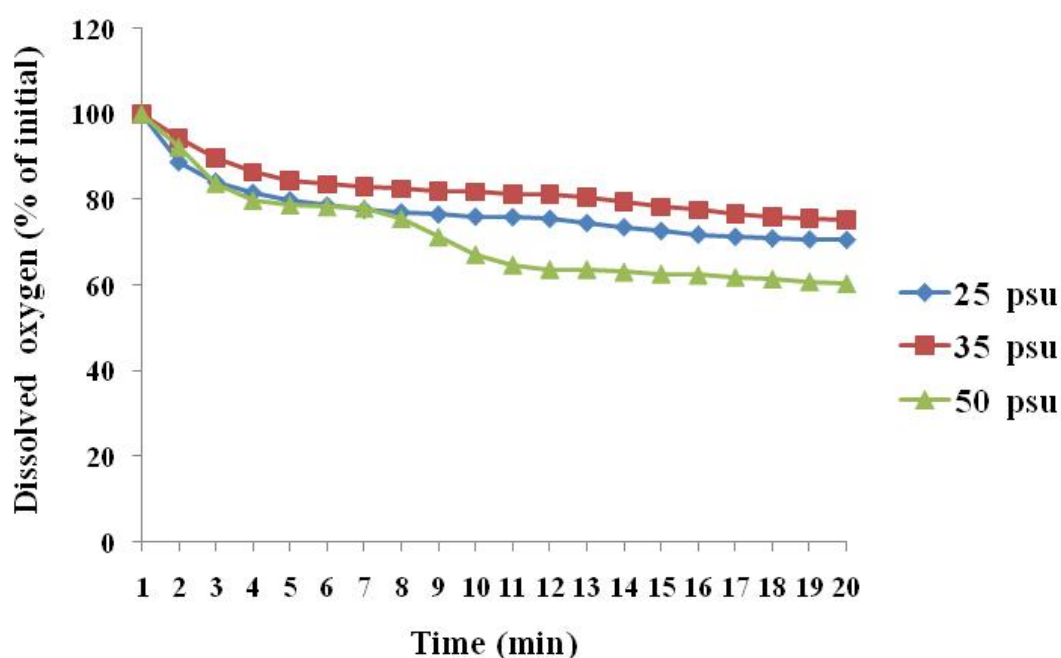
หนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปครบ 3 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.13×10^5 cells/artemia/hr 9.41×10^5 cells/artemia/hr และ 9.48×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ซึ่งไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าที่ระดับความเค็ม 35 และ 50 psu ได้รวดเร็วที่ระดับความเค็ม 25 psu แต่เมื่อเวลาผ่านไปครบ 6 ชั่วโมง ความหนาแน่นเซลล์คลอเรลล่าที่ถูกไรน้ำเค็มกรองกิน เท่ากับ 9.72×10^5 cells/artemia/hr 9.30×10^5 cells/artemia/hr และ 9.46×10^5 cells/artemia/hr ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ซึ่งไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่าที่ระดับความเค็ม 25 psu และ 50 psu ได้รวดเร็วที่ระดับความเค็ม 35 psu สอดคล้อง Wyban *et al* (1995) รายงาน อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยเฉพาะเมื่อน้ำมีอุณหภูมิลดลงการกินอาหารของลูกกุ้งจะลดลงด้วย เช่นเดียวกับรายงานของ ชลอ และคณะ (2553) ที่กล่าวถึง ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการกินของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 25 ppt อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 29 ± 1 องศาเซลเซียส (กลุ่มควบคุมให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักตัว) กลุ่มที่ 2 อุณหภูมิ 33 ± 1 องศาเซลเซียส (ให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ตามน้ำหนักตัว) และกลุ่มที่ 3 อุณหภูมิ 33 ± 1 องศาเซลเซียส (ให้อาหารเพิ่มมากกว่ากลุ่มที่ 1 อีก 36.5 %) เลี้ยงนาน 49 วัน พบว่ากุ้งจะกินอาหารมากกว่าในกลุ่ม 29 ± 1 องศา

เซลล์เซียส ถึง 36.5 % แต่จากการนำข้อมูลของกุ้งที่เลี้ยงจากทั้ง สองอุณหภูมิไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปพบว่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายอาหารของ กุ้งที่เลี้ยงทั้ง สองอุณหภูมิไม่แตกต่างกันทางสถิติ



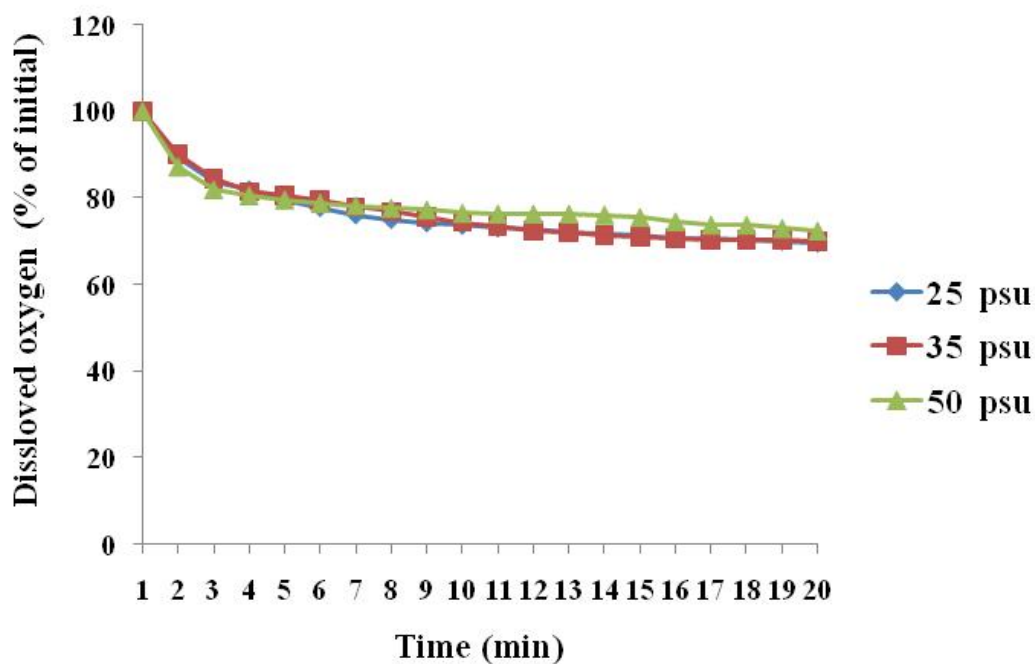
การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนของไรน้ำเค็ม

อัตราการใช้ออกซิเจนของไรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu โดยวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำทุก 1 นาที ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 20 นาที จนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำค่อนข้างคงที่ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของไรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13) มีค่าอยู่ในช่วง 70.47 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ 75.14 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ และ 60.45 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 81.51 เปอร์เซ็นต์ 86.38 เปอร์เซ็นต์ และ 79.85 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4 นาทีแรก ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu โดยความเค็ม 50 psu มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 35 psu และ 25 psu จากนั้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำก็ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ จนเวลาครบ 20 นาที มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 70.47 เปอร์เซ็นต์ 75.14 เปอร์เซ็นต์ และ 60.45 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu



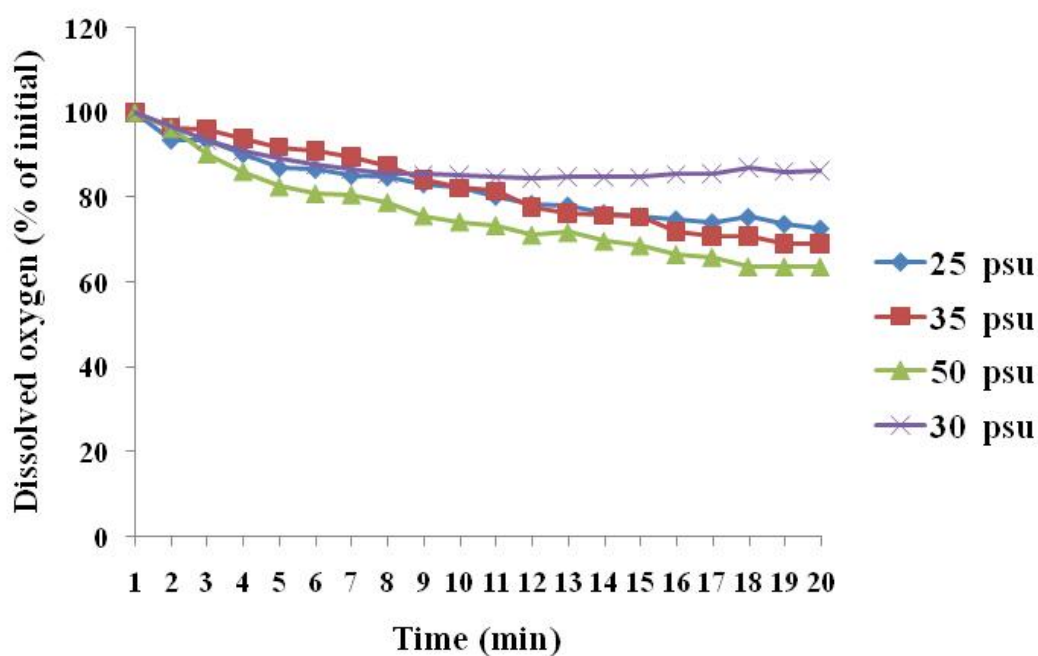
ภาพที่ 13 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของไอน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 14) มีค่าอยู่ในช่วง 69.70 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ 70.10 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ และ 72.37 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็วเท่ากับ 83.79 เปอร์เซ็นต์ 84.46 เปอร์เซ็นต์ และ 81.91 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 3 นาทีแรก ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu โดยความเค็ม 50 psu มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วกว่า ที่ระดับความเค็ม 35 psu และ 25 psu เมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 นาที ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 73.79 เปอร์เซ็นต์ 74.49 เปอร์เซ็นต์ และ 76.46 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และเมื่อระยะเวลาครบ 20 นาที ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำก็ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าเท่ากับ 69.70 เปอร์เซ็นต์ 70.10 เปอร์เซ็นต์ และ 72.37 เปอร์เซ็นต์

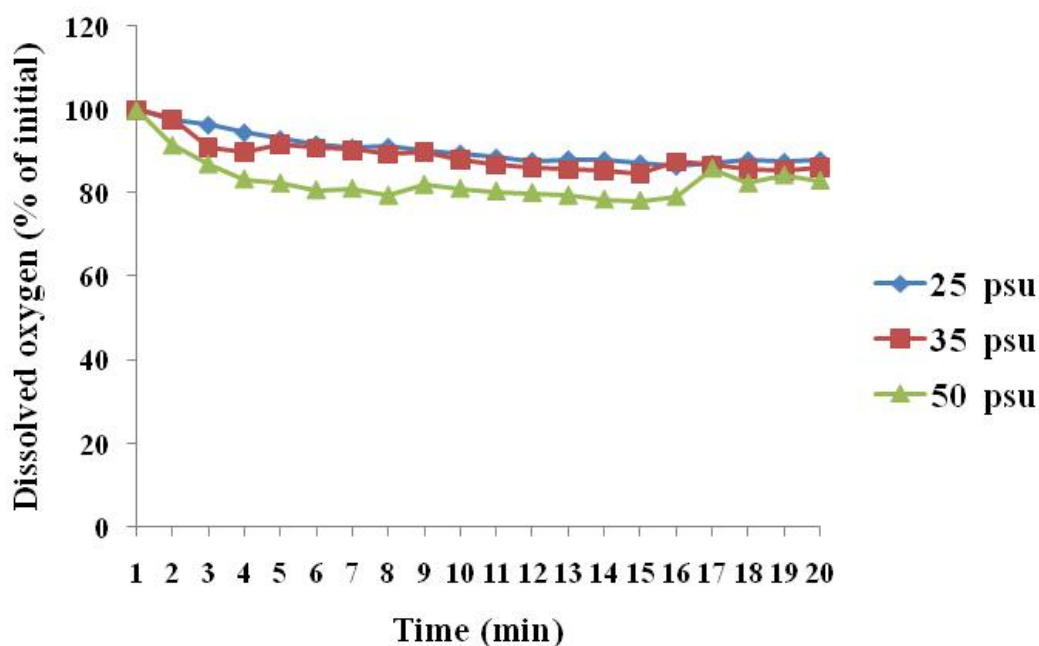


ภาพที่ 14 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของไรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 15) มีค่าอยู่ในช่วง 72.60– 100.00 เปอร์เซ็นต์ 68.90 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ 63.62– 100.00 เปอร์เซ็นต์ และ 86.21 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 50 และ 30 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็วเท่ากับ 86.93 เปอร์เซ็นต์ 91.81 เปอร์เซ็นต์ 82.54 และ 89.02 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 5 นาทีแรก ที่ระดับความเค็ม 25 35 50 และ 30 psu โดยความเค็ม 50 psu มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 35 25 และ 30 psu เมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 นาที ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 82.21 เปอร์เซ็นต์ 82.12 เปอร์เซ็นต์ 74.22 และ 85.05 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาครบ 20 นาที ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำก็ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าเท่ากับ 72.60 เปอร์เซ็นต์ 68.90 เปอร์เซ็นต์ 63.62 เปอร์เซ็นต์ 86.21 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 50 และ 30 psu



ภาพที่ 15 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 16 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu และระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของไรน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 16) มีค่าอยู่ในช่วง 87.10 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ 86.18 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ และ 83.06 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็วเท่ากับ 94.51 เปอร์เซ็นต์ 89.93 เปอร์เซ็นต์ และ 83.39 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4 นาทีแรกที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu โดยความเค็ม 50 psu มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วกว่าที่ระดับความเค็ม 35 และ 25 psu เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบ 20 นาที ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 87.10 เปอร์เซ็นต์ 86.18 เปอร์เซ็นต์ และ 83.06 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเค็ม 25 35 และ 50 psu สอดคล้องกับ Varó *et al.* (1991) รายงาน ผลของอุณหภูมิ และการดูดซึมออกซิเจน ต่ออัตราการใช้ออกซิเจนของ ไรน้ำเค็มระยะนอเพเลียสที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ความเค็ม 30 ppm พบว่าใน 4 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนอยู่ในช่วง อุณหภูมิ 15–35 องศาเซลเซียส ในสายพันธุ์ที่ 1 อุณหภูมิ ส่งผลให้อัตราการใช้ออกซิเจนต่ำที่สุดกว่าในสายพันธุ์อื่น ๆ นอเพเลียสจากแต่ละสายพันธุ์สามารถทนทานต่อการสัมผัสอุณหภูมิถึง 35 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการใช้ออกซิเจนจาก 3 สายพันธุ์จะลดลง อุณหภูมิจึง มีบทบาทให้อัตราการเผาผลาญของนอเพเลียสทั้ง 5 สายพันธุ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับ Varó *et al.* (1993) รายงาน ผลของ

อุณหภูมิ ความเค็ม และการดูดซึมออกซิเจนต่อ อัตราการใช้ออกซิเจนของไร่น้ำเค็มระยะนอเพเลียส ที่แตกต่างกัน 3 สายพันธุ์ เมื่อปรับความเค็มน้ำทะเล 30 ppm พบว่า นอเพเลียสจาก 2 สายพันธุ์ มี อัตราการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 35 องศาเซลเซียส นอเพเลียสสายพันธุ์กะเทย (bisexual) สามารถทนทานต่อการสัมผัสอุณหภูมิได้ > 30 องศาเซลเซียส เมื่อ อุณหภูมิสูงกว่าอัตรา การใช้ออกซิเจนจะลดลง สอดคล้องกับ Spanopoulos-Herna'ndeza และคณะ (2005) รายงาน ผล ของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการใช้ออกซิเจนของกุ้ง (*Litopenaeus stylirostris*) ระยะ juvenile ที่ระดับความเค็ม 20 30 และ 40 psu ที่ระดับอุณหภูมิ 20 30 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิ ความเค็ม และผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเค็มมีผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าต่ำสุดที่ระดับความเค็ม 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิและความเค็ม เป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับอัตราการใช้ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Brett, 1987) อุณหภูมินั้นมีผล โดยตรงต่อกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งทั้งอุณหภูมิและความเค็มนี้มีผลต่อปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ (Vernberg, 1983).

อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการใช้ออกซิเจนซึ่งแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความเค็มที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่แตกต่างกัน เมื่อความเค็มแตกต่างกัน ความผันแปรของอุณหภูมิต่ออัตราการใช้ออกซิเจนจึงเป็นดัชนีชี้วัด ลักษณะทางสรีรวิทยา การปรับตัว ของไร่น้ำเค็มระยะนอเพเลียส

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาการพัฒนาการเจริญเติบโตของไรน้ำเค็มที่สภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อความเค็มยิ่งสูงขึ้น การพัฒนาการเจริญเติบโตจะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น เนื่องจากเปลือกไข่ด้านในจะสร้างกลีเซอรอลเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ภายในเปลือกไข่มีแรงดันออสโมซิสสูงกว่าแรงดันออสโมซิสของน้ำทะเลที่มีเกลือละลายอยู่ จึงส่งผลให้เปลือกไข่แตกออกช้าลง โดยไรน้ำเค็มใช้ระยะเวลาในการพัฒนาการเข้าสู่ Breaking stage เร็วที่สุดในชั่วโมงที่ 5 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu และ จากระยะ Breaking stage มีการพัฒนาเข้าสู่ embryo เร็วที่สุดในชั่วโมงที่ 10 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 35 psu และที่ระดับความเค็ม 30 psu และจากระยะ embryo สู่ระยะ Instar I เร็วที่สุดในชั่วโมงที่ 13 ที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 25 psu

2. การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟักที่ สภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อความเค็มสูงเปอร์เซ็นต์การฟักมีค่าต่ำ แต่ขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นไข่สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดี และมีเปอร์เซ็นต์การฟักที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิต่ำ หรือภูมิอากาศเย็น โดยไรน้ำเค็ม ที่อยู่ในสภาวะความเค็มสูง (50 psu) ให้เปอร์เซ็นต์ การฟักเฉลี่ยต่ำสุด (40.28 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเค็ม 50 psu อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยที่ระดับความเค็ม 25 psu ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้เปอร์เซ็นต์การฟักเฉลี่ยสูงสุด (80.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์)

3. การศึกษาอัตราการรอด ที่สภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่า ความเค็มที่สูงกว่าให้อัตราการรอดที่ดีกว่า โดยไรน้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงที่ระดับความเค็ม 35 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งไรน้ำเค็มมีอัตราการรอดสูงสุด (99.48 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 25 psu และมีอัตราการรอดต่ำสุด (69.34 ± 2.22 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็ม 35 psu และอัตราการรอดค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง 72 ชั่วโมง อุณหภูมิ ความเค็ม และการกินอาหาร จึงจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อประชากรไรน้ำเค็ม

4. การศึกษากิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส หลังจากทดสอบความเครียดที่ สภาวะ อุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสมีการเปลี่ยนแปลง เมื่ออุณหภูมิและความเค็มมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ของไรน้ำเค็ม มีค่าสูงสุด (27.64 ± 0.19 units mg protein⁻¹) ที่ระดับความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส มีค่าต่ำสุด (8.86 ± 0.70 units mg protein⁻¹) ที่ระดับ ความเค็ม 35 psu ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

5. การศึกษาอัตราการกินคลอเรลล่าที่สภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อ อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยเฉพาะเมื่อน้ำมีอุณหภูมิลดลงการกินอาหารของ ไรน้ำเค็มจะลดลง จากการทดลองจึงกล่าวได้ว่า ไรน้ำเค็มกรองกินคลอเรลล่าได้ดีที่สุดที่ระดับ อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส และที่ระดับความเค็ม 25 psu ไรน้ำเค็มสามารถกรองกินคลอเรลล่า ได้ดีที่สุดในระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีปริมาณคลอเรลล่าที่ถูกกรองกินไปเท่ากับ เท่ากับ 9.95×10^5 cells/Artemia/h cells/artemia/h ที่ระดับอุณหภูมิ 20 ความเค็ม 50 psu

6. การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนสภาวะอุณหภูมิและความเค็มต่าง ๆ กันพบว่า อุณหภูมิ และความเค็มมีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกันโดยที่ระดับ ความเค็ม 50 psu ไรน้ำเค็มมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่าที่ระดับความเค็ม 35 25 และ 30 psu วัดได้จากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ โดยที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (60.45 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเค็ม 50 psu เช่นเดียวกับที่ระดับ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ 35 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (63.62 เปอร์เซ็นต์) และ (83.06 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เปลี่ยนไปต่อเวลาที่ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเพื่อเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น
2. การศึกษาเปอร์เซ็นต์การฟักนอกจากปัจจัยด้านอุณหภูมิและความเค็มแล้ว แหล่งที่มา และคุณภาพของไขไร่น้ำเค็ม นั้นเป็นสิ่งสำคัญ เพราะฉะนั้นผลการทดลองที่ได้จึงแปรผันไปตามคุณภาพและชนิดของไขไร่น้ำเค็มที่นำเข้ามาด้วย
3. การศึกษาอัตราการกินโดยวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอนั้น ในบางการทดลองคลอเรลล่ามีการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตเกิดขึ้นเนื่องจาก media ที่เจือจางมาพร้อมกับคลอเรลล่าที่ใช้ในการทดลองจึงส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของข้อมูลอัตราการกิน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2549. พื้นที่เลี้ยงและผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทะเลปี 2544 – 2549. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

เกศินี หลายสุทธิสาร, ชลอ ลิมสุวรรณ, สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, แก้วตา ลิมเฮง, ปัทมา วิริยพัฒน์ทรัพย์ และ สิทธิโชค สิทธิมณฑล. 2553. ผลของอุณหภูมิระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระยะโพสลาร์วา ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย, น. 322-328 ใน **เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

ชลอ ลิมสุวรรณ, สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, แก้วตา ลิมเฮง, ปัทมา วิริยพัฒน์ทรัพย์, เกศินี หลายสุทธิสาร และ อริสา ศรีหมากสุก. 2553. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการกินอาหาร การเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและคุณภาพน้ำ ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*), น. 313-321 ใน **เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

ชลอ ลิมสุวรรณ, นิตี ชูเชิด, สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, เกศินี หลายสุทธิสาร, ปัทมา วิริยพัฒน์ทรัพย์, จริยาดี สุริยพันธ์ และ แก้วตา ลิมเฮง. 2552. ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*), น. 337-345 ใน **เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

ยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์. 2543. ธุรกิจการค้าปลาสวยงาม. วารสารการประมง 53(3): 278-287.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2540. คู่มือการเลี้ยงแพลงค์ตอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. คู่มือการเพาะเลี้ยงและการใช้อาร์ทีเมียไรสน้ำตาลในการเพาะเลี้ยง. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา เรื่อง “การผลิตและการใช้ประโยชน์อาร์ทีเมียในประเทศไทย”, วันที่ 30-31 กรกฎาคม 2530. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 33 หน้า
- วิทย์ ธารชลาณกิจ. 2538. ไข่อาร์ทีเมีย (เพิ่มเปอร์เซ็นต์การฟัก-ลดต้นทุน) เอกสารประกอบการบรรยายการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง “แนวทางแก้ไขวิกฤตการณ์อาร์ทีเมีย”, 14 ธ.ค. 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 15 หน้า
- วิจิต เสมาชัย และสุทิน สมบูรณ์. 2540. ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) ต่อเปอร์เซ็นต์การฟักและระดับกรดไขมัน, น. 641-649. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40: สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุเมธ ดันติกุล. 2525. ผลของความเค็มที่มีต่อการอยู่รอด การเจริญเติบโตและการวางไข่ของไบรน์ซิม (*Artemia salina* L.) เลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยเน้นถึงผลในการออกไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หทัยชนก ประไพพงษ์. 2533 การเกิดสีน้ำตาลในลำไยโดยปฏิกิริยาเอนไซม์.
แหล่งที่มา: <http://www.geocities.com> 22 JUL 2010. อนันต์ ดันสุตะพานิช. 2543. ความรู้เกี่ยวกับอาร์ทีเมีย. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ฉะเชิงเทรา. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อนันต์ ดันสุตะพานิช. 2543. ความรู้เกี่ยวกับอาร์ทีเมีย. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ฉะเชิงเทรา. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อนวัช จันทรเจริญ และประจวบ หล้าอุบล. 2531. อิทธิพลของความเค็มต่อการฟักไข่ไรน้ำเค็ม (*Artemia franciscana*) ที่เก็บในสภาพสดเคล้าเกลือจากจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย, น. 373-378. ใน เรื่องเติมการประชุมทาง วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26: สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- อนันต์ ตันสุตะพานิช. 2525. การเก็บรักษาไข่ไร้ดำตาล. รายงานวิชาการ สถานีประมง
จังหวัดฉะเชิงเทรา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- อิทธิพร จันทรเพ็ญ. 2532. อาหารและการให้อาหารปลา, กุ้ง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ขอนแก่นทรี.
108 หน้า.
- Adamia, G., M. Ghogoberidze, D. Graves, G. Khatishashvili, G. Kvesitadze, E. Lomidze,
D. Ugrekhelidze and G. Zaalishvili. 2006. Absorption, distribution, and
transformation of TNT in higher plants. **Ecotoxicol. Environ. Saf.** 64: 136-145.
- Arizza, V., Cammarata, M., Tomasino, M.C. and Parrinello, N. 1995. Phenoloxidase
characterization in vacuolar hemocytes from the solitary ascidians *Styela plicata*.
J. Inv. Pathol. 66: 297-302.
- Arana, L.V. 1987. Artemisa aquicultura-shrimp salt and *Artemia* farm in NE-Brazil, Artemia
Newsletter, 6:8.
- Ashida, M., Ishizaki, Y., Iwahana, H. 1983. Activation of prophenoloxidase by bacterial
cell walls or β -1,3 glucans in plasma of the silkworm *Bombyx mori*. **Biochem.**
Biophys. Res. Commun. 113: 562-568.
- Austin, B. and A.D. Allen. 1982. Microbiology of laboratory-hatched brine shrimp (*Artemia*).
Aquaculture 26: 369-383.
- Ballarin, L., Cima, F. and Sabbadin, A. 1994. Phenoloxidase in the colonial ascidian
Botryllus schlosseri (Urochordata, Ascidiacea). **Anim. Biol.** 3: 41-48.
- Bradford, M.M. 1976. A Rapid and Sensitive method for the quantitation of microgram
quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**
72: 248-254.

- Brett, J. 1987. Environmental factors affecting growth. In: Hoare, W.H., Randall, D.J., Brett, S.R. (Eds.), *Fish Physiology*, vol. 8. Academic Press, pp. 252– 259.
- Carlberg, I. and Söderhäll, K. 1985. Phenoloxidase activity in *Daucus carota* is restricted to embryogenic cultures. **FEBS Letters** 187: 295-298.
- Christopher, A.T., E.B. Louis and G.B. Karen. 2006. The effects of hypoxia and pH on phenoloxidase activity in Atlantic blue crab, *Callinectes sapidus*. **Comp. Biochem. Physiol.** 144A: 218-223.
- Chaga, O.Y. 1980. Ortho-diphenoloxidase system of ascidians. **Tsitologia** 22: 619-625.
- Clegg J. S. and F. P. Conte. 1980. A review of the cellular and developmental biology of *Artemia*, pp. 193-206. In Persoone G., P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jasper (Eds). **The brine shrimp *Artemia***. Vol 2. Universa Press, Watteren Belgium.
- Douillet, P.H. 1987. Effects of bacteria on the nutrition of the brine shrimp *Artemia* feed on dried diets. In: Sorgeloos P., P., D.A. Bengston, W. Declair and E. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and Applications. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, University press Wetteren, Belgium, 3: 295-308
- El-Bermawil, N., D.A. Baxevanis., J.T. Abatzopoulos., V. G. Stappen., and P. Sorgeloos. 2004. Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*. LXVII). **Hydrobiologia** 52: 175–188.
- Hedavati, A. and T. Bagheri. 2010. Effect of Some Physiochemical Parameters on Hatching Ability in Cyst of *Artemia urmiana*. **World Journal of Zoology** 5(4): 295-297.

- Hellio, C. Nilles, A.B., Gagnaire, B., Renault, T. and Guyon, H.T. 2007. Demonstration of a true phenoloxidase activity and activation of a proPO cascade in Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) *in vitro*. **Fish Shellfish Immunol.** 22: 433-440.
- Heinz, D., R. Margaret, J. Elmar and T. Nora. 2001. SDS-induced phenoloxidase activity of hemocyanins from *Limulus polyphemus*, *Eurypelma californicum*, and *Cancer magister*. **J. Biol. Chem.** 276: 17796-17799.
- Hernandez-Lopez, J., Gollas-Galvan, T. and Vargas-Albores, F. 1996. Activation of the prophenoloxidase system of the brown shrimp *Penaeus californiensis* Holmes. **Comp. Biochem. Physiol.** 113: 61-66.
- Irvin, S., V. Wall. and J. Davenport. 2007. Measurement of temperature and salinity effects on oxygen consumption of *Artemia franciscana* K., measured using fibreoptic oxygen microsensors. **Hydrobiologica** 575: 109-115.
- Jackson, A.D., Smith, V.J. and Peddie, C.M. 1993. In vitro phenoloxidase activity in the blood of *Ciona intestinalis* and other ascidians. **Dev. Comp. Immunol.** 17: 97-108.
- Jesus Ponce-Palafox, Carlos A. Martinez-Palacios and Lindsay G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture** 157: 107-115.
- Kulasekarapandian, S. and P. Ravichandran, 2003. *Artemia* cyst production at Kelambakkam near **Chennai. J.mar.biol.Ass. India.** 45(2): 166-177.
- Lee Moullac, G., Soye, C., Saulnier, D., Ansquer, D., Avarre, J. C. and Levy, P. 1998. Effect of hypoxic stress on the immune response and the resistance to vibriosis of the shrimp *Penaeus stylirostris*. **Fish Shellfish Immunol.** 8: 621-629.

- Lenz, P.H. and R.A. Browne. 1991. 0.Ecology of *Artemia* In: Browne, R.A., P. Sorgeloos and C.N. A. Trotman (Eds.), *Artemia* Biology, CRC Press, pp: 237-253
- Leger, Ph., D.A. Bengtson, P.Sorgeloose, K.I. Simpson and A.D. Beck. 1987. The nutrition of *Artemia*: a review. pp.357-372. In Sorgeloos P., D.A. Bengtson, W. Declair and E. Jaspers(Eds). ***Artemia* research and its applications**. Vol 3. Universa Press, Wetteren, Belgium.
- Leonard, C., Söderhäll, K. and Ratcliffe, N.A. 1985. Studies on prophenoloxidase and protease activity of *Blaberus craniifer* haemocytes. **Insect Biochemistry** 15: 803-810.
- Liu, C.H., S.P. Yeh, C.M. Kuo, W. Cheng and C.H. Chou. 2006. The effect of sodium alginate on the immune response of tiger shrimp via dietary administration: activity and gene transcription. **Fish Shellfish Immunol.** 21: 442-452.
- Luna-Gonzalez, A., Maeda-Martinez, A.N., Vargas-Albores, F., Ascencio-Valle, F. and Robles-Mungaray, M. 2003. Phenoloxidase activity in larval and juvenile homogenates and adult plasma and haemocytes of bivalve molluscs. **Fish Shellfish Immunol.** 15: 275-282.
- Perazzolo, L.M. and M.A. Barracco. 1997. The prophenoloxidase activating system of the shrimp *Penaeus paulensis* and associated factors. **Dev. Comp. Immunol.** 21 (5): 385-395.
- Qiu, L., Song, L., Xu, W., Ni, D. and Yu, Y. 2007. Molecular cloning and expression of a toll receptor gene homologue from Zhikong scallop, *Chlamys farreri*. **Fish Shellfish Immunol.** 22: 451-466.

- Samdra Irvin., Vanessa Wall and John Davenport. 2007. Measurement of temperature and salinity effects on oxygen consumption of *Artemia franciscana* K., measured using fibreoptic oxygen microsensors. **Hydrobiologica** 575: 109-115.
- Saul, S.J., Bin, L. and Sugumaran, M. 1987. The majority of prophenoloxidase in the hemolymph of *Manduca sexta* is present in the plasma and not in the hemocytes. **Dev. Comp. Immunol.** 11: 479-486.
- Skoglund, M., Peterson, D.M., Andersson, R., Nilsson, J. and Dimberg, L.H. 2008. Avenanthramide content and related enzyme activities in oats as affected by steeping and germination. **J. Cereal Sci.** 1-10.
- Soundarapandian. P. and G. Saravanakumar. 2009. Effect of Different Salinities on the Survival and Growth of *Artemina* Spp. **Current Research Journal of Biological Sciences** 1(2): 20-22.
- Soniraj, N. 2004. Effect of salinity on life span and reproductive characteristics of brine shrimps in the salt pans at Tuticorin. **J.mar.biol.Ass. India**, 46(2):133-140
- Söderhäll, K. and Cerenius, L. 1998. Role of the prophenoloxidase activating system in invertebrate immunity. **Curr. Opin. Immunol.** 10: 23-28.
- Sorgeloos, P., P Lavens., P. Lager., W. Tackaert and D. Vesichele. 1986. **Manual for culture and use of brine shrimp *Artemia* in Aquaculture.** *Artemia*. Reference Center, Rozier44, B-9000, University of Ghent, Belgium
- Sorgeloos, P. 1980. The use of brine shrimps in aquaculture In: Persoone G.P., Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (Eds.), the brine shrimp, Vol. 3. Ecology, Culturing, U se in Aquaculture, University press Wettern, Belgium, pp: 25-46

- Söderhäll, K. and Ajaxon, R. 1982. Effect of quinone and melanin on mycelial growth of *Aphanomyces* spp. and extracellular protease of *Aphanomyces astaci*, a parasite of crayfish. **J. Invertbr. Pathol.** 9: 105-109.
- Söderhäll, K. 1981. Fungal cell wall β -1, 3-glucans induce clotting and phenoloxidase attachment to foreign surfaces of crayfish hemocyte lysate. **Dev. Comp. Immunol.** 5: 565-573.
- Sritunyalucksana, P. Sithisarn, B. Withayachumnarnkul and T.W. Flegel. 1999. Activation of prophenoloxidase, agglutinin and antibacterial activity in haemolymph of the black tiger prawn, *Penaeus monodon*, by immunostimulants. **Fish Shellfish Immunol.** 9: 21-30.
- Sugumaran, M. 1996. Roles of the insect cuticle in host defense reactions. In Söderhäll, K., Iwanaga, S., Vasta, G.R. and Federici, B.A. (eds.), *Parasites and Pathogens of Insects*, 317-342.
- Sugumaran, M. and Kanost, M.R. 1993. Regulation of insect hemolymph phenoloxidases. In: *New Directions in Invertebrate Immunology*, Beckage, N., Thompson, S.N. and Federici, B.A., Eds. Fair Haven, SOS Publications, 355-374.
- Triantaphyllidis, G., V. Pouloupoulou, T. I. Abatzopoulos, A.A.P. Perez and P. Sorgeloos. 1995. International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristic of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. **Hydrobiologia** 302: 215-227.
- Varó, I., A. C. Taylor and F. Amat. 1998. The effects of temperature and oxygen tension (PO_2) on the oxygen consumption rates of adults of different *Artemia* strains. **Comparative Biochemistry and Physiology** 120: 385-390.

- Varó, I. , A. C. Taylor and F. Amat. 1993. Comparative study of the effects of temperature salinity and oxygen tension on the rates of oxygen consumption of nauplii of different strains of *Artemia*. **Marine biology** 117(4): 623-628.
- Varó, I. , A. C. Taylor, J. C. Nrvarro, and F. Amat. 1991. Effects of temperature and oxygen tension on oxygen consumption rates of nauplii of different *Artemia* strains. **Marine Ecology Progress Series** 76: 25-31.
- Vernberg, F.J. 1983. Respiratory adaptations. The Biology of Crustacea, Environmental Adaptations, vol. 8. Academic Press, New York, pp. 1 –44.
- Vanhaecke, P., E. Siddall and P. Sorgeloos. 1984. International study on *Artemia*. XXXII. Combined effects of temperature and salinity on the survival of *Artemia* of various geographical origins. **J. exp. mar. Biol. Ecol.** 80: 259-275.
- Vos, J. 1979. Brine Shrimp (*Artemia salina*) inoculation in tropical salt ponds: **A preliminary guides for use in Thailand. Report on Consulting in FAO/UNDP: THA/75/008.** project Bangpakong Chachoengsao, Thailand.
- Wang, R., Lee, S.Y., Cerenius, L. and Söderhäll, K. 2001. Properties of the prophenoloxidase activating enzyme of the freshwater crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. **Eur. J. Biochem.** 268: 895-902.
- Wear, R.G. and S.J. Huslett. 1987. Studies on the biology and ecology of *Artemia* from lake Grassmere, New Zealand. In Sorgeloos P., D.A. Bengston, W. Deleir and E. Jaspers (Eds.), *Artemia* Research and applications. Ecology, Culturing, use in Aquaculture. University Press, Wtteren, Belgium 3: 101-126

Wyban, J., W.A. Walsh and D. M. Godin. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquaculture** 138 (1-4): 267-279.

Available Source: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac420e/AC420E17.gif>

September 25, 2010







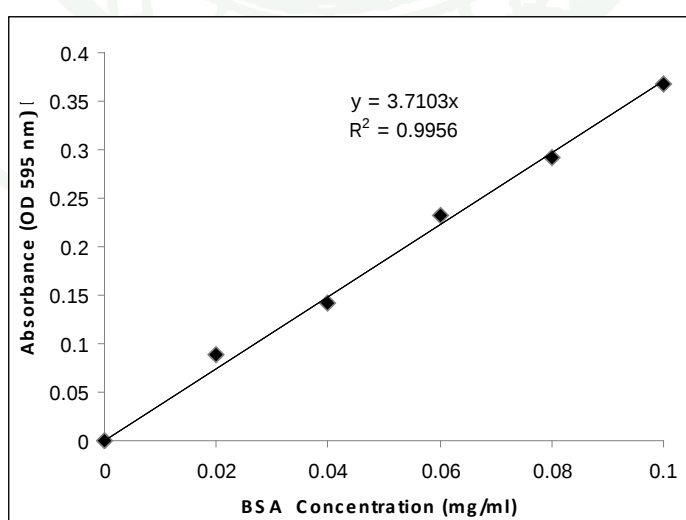
กราฟมาตรฐานของ bovine serum albumin (BSA)

สารเคมี

1. 1.0 mg/ml BSA (stock solution)
2. Bradford reagent (ประกอบด้วยสารเคมีดังนี้)
 - Coomassie Brilliant Blue G – 250
 - 95% ethanol
 - 85% (W/V) H_3PO_4 Phosphoric acid

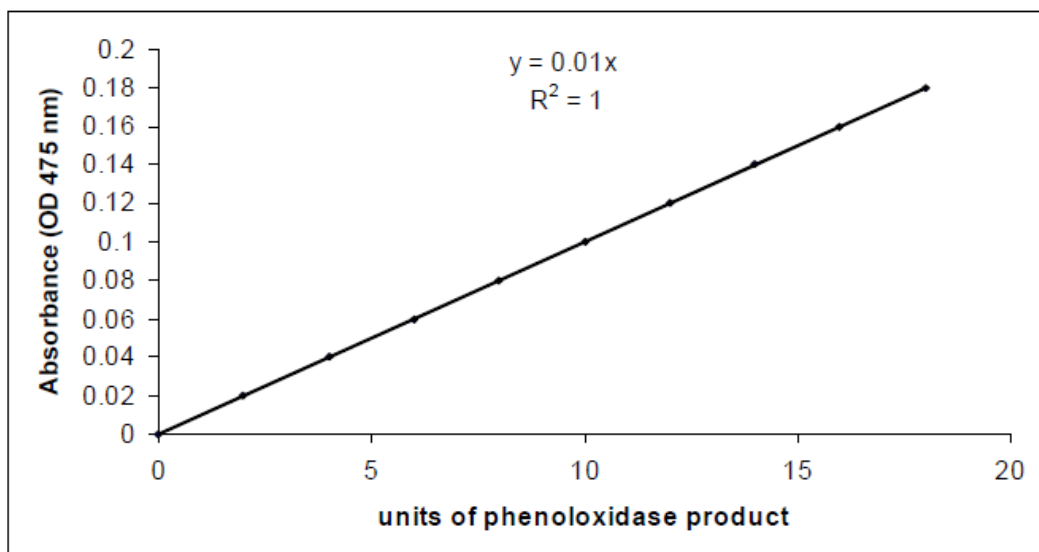
วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลาย BSA เจือจางที่ระดับความเข้มข้น 0.00, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากสารละลาย BSA เข้มข้น (stock solution) (โดยใช้น้ำกลั่น เป็น blank)
2. เติม Bradford reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน 100 ไมโครลิตร ของสารละลายเจือจางระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ ผสมให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที
3. จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร
4. นำผลที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่า การดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร กับความ เข้มข้นระดับต่าง ๆ ของ BSA

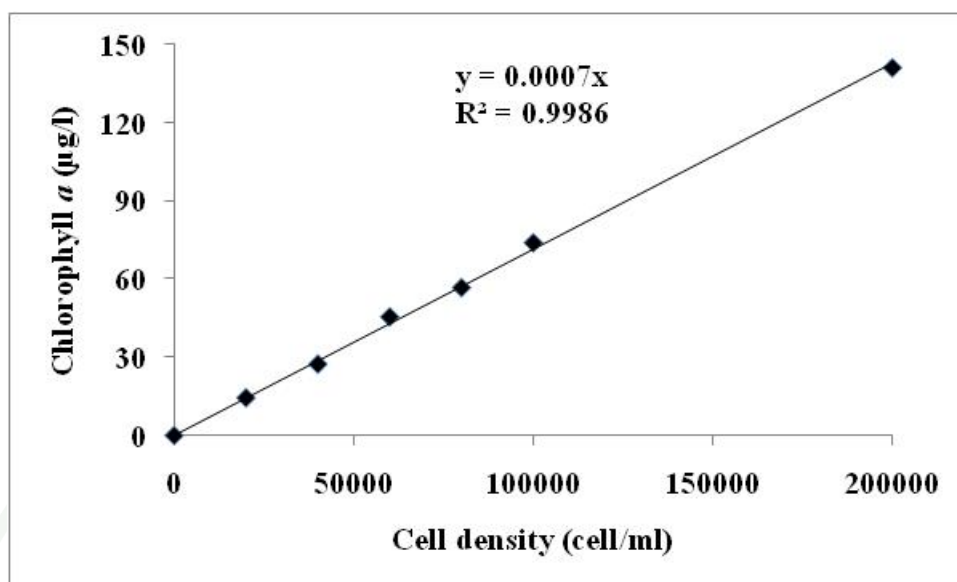


ภาพผนวกที่ ก1 กราฟมาตรฐานของ bovine serum albumin

กราฟมาตรฐานของเอนไซม์ phenoloxidase



ภาพผนวกที่ ก2 กราฟมาตรฐานของเอนไซม์ phenoloxidase



ภาพผนวกที่ ก3 กราฟมาตรฐานของ Chlorophyll *a* จาก *Chlorella* sp.



ภาคผนวก ข
สูตรอาหาร Conway

สูตรอาหาร (Conway Medium or Walne Medium) (ลัดดา, 2540)

สารละลายแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ก. สารละลายส่วนที่ 1

โซเดียมไนเตรท (NaNO_3)	100.0 กรัม
เกลือไดโซเดียมเอ็ดทีเอ (Na_2EDTA)	45.0 กรัม
กรดบอริก (H_3BO_3)	33.6 กรัม
โมโนโซเดียมไดไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต 2-ไฮเดรต ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	20.0 กรัม
เฟอร์ริกคลอไรด์ 6-ไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	1.3 กรัม
แมงกานีสคลอไรด์ 4-ไฮเดรต ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0.4 กรัม
ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร	

ข. สารละลายส่วนที่ 2

วิตามินบี 1 (Thimine)	1 มิลลิกรัม
วิตามินบี 12 (Cyannocobalamine)	200 มิลลิกรัม
ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร	

ค. สารละลายส่วนที่ 3

ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2)	2.1 กรัม
โคบอลต์คลอไรด์ 6-ไฮเดรต ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	2.0 กรัม
แอมโมเนียโมลิบดีนัม 4-ไฮเดรต ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0.9 กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต 5-ไฮเดรต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	2.0 กรัม

ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร

กรณีสารละลายที่เตรียมได้มีตะกอนให้เติมกรดเกลือ (HCl) ลงไปเล็กน้อย หรือจนกว่าตะกอนจะละลายหมด

ง. สารละลายส่วนที่ 4

โซเดียมเมตาซิลิเกต 9-ไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)	15.0 กรัม
ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร	

วิธีเตรียมอาหาร

นำสารละลายส่วนที่ 1, 2, 3 และ 4 มา 1 มิลลิลิตร เติมน้ำลงในน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงไดอะตอม ปริมาตร 1 ลิตร ปรับพีเอชให้อยู่ในช่วง 6.5 – 6.8 โดยใช้ 10% HCl



ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์

การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์

1. นำตัวอย่างน้ำที่เก็บปริมาตร 200 มิลลิลิตร มากรองผ่านอุปกรณ์ชุดเครื่องแก้วกรองน้ำที่มีกระดาษกรอง GF/F บรรจุอยู่ (ทั้งนี้ให้สังเกตสีของน้ำตัวอย่างเพื่อสามารถประเมินว่าควรกรองน้ำในปริมาตรเท่าใด ที่จะไม่ทำให้ คลอโรฟิลล์ เอ เกิดความเสียหายได้) บันทึกปริมาตรน้ำที่กรองได้
2. ใช้ focep คีบกระดาษกรองออกจากแท่นกรองและพับครึ่ง เก็บไว้ในหลอดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี 90 % Acetone บรรจุอยู่ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่ว ห่อหลอดเก็บน้ำตัวอย่างด้วย Aluminum foil ให้มิดชิด (เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง)
3. นำหลอดเก็บตัวอย่างน้ำใส่เครื่อง Sonicator เป็นเวลา 10 นาที เสร็จแล้วนำไปทำให้ตกตะกอน โดยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
4. นำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer และนำค่าที่ได้ไปคำนวณดังสมการ

$$\text{Chlorophyll } a \text{ (ไมโครกรัมต่อลิตร)} = \frac{26.7[(665o-750o) - (665a-750a)] \times v}{(V \times 1,000) \times l}$$

โดยที่ 665o = ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร ก่อนทำการเติมกรด

665a = ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร หลังทำการเติมกรด

v = Volume of acetone extract (มิลลิลิตร)

V = Volume of water filtered (ลิตร)

l = Path length of cuvette (เซนติเมตร)



ภาคผนวก ง
ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ ก1 ผลของเปอร์เซ็นต์การฟักไรวัวเค็มเฉลี่ยที่ระดับความเค็มและระดับอุณหภูมิ
แตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	40.281	1.364	37.477	43.085
	30	67.146	1.364	64.342	69.950
	25	60.161	1.364	57.356	62.965
	20	70.388	1.364	67.584	73.192
35	35	58.423	1.364	55.618	61.227
	30	73.703	1.364	70.899	76.508
	25	69.540	1.364	66.735	72.344
	20	75.563	1.364	72.759	78.368
25	35	67.866	1.364	65.062	70.670
	30	80.148	1.364	77.343	82.952
	25	78.133	1.364	75.329	80.937
	20	71.375	1.364	68.571	74.179
30	35	.(a)	.	.	.
	30	79.455	1.364	76.651	82.260
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ก2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ไรน้ำเค็ม
ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality
of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
13.423	12	26	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ก3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ไรน้ำเค็ม
ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4223.368(a)	12	351.947	63.035	.000
Intercept	161794.998	1	161794.998	28978.167	.000
salinity	1450.038	3	483.346	86.569	.000
tem	1879.515	3	626.505	112.210	.000
salinity * tem	588.328	6	98.055	17.562	.000
Error	145.167	26	5.583		
Total	188058.212	39			
Corrected Total	4368.534	38			

a R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .951)

ตารางผนวกที่ ก4 ผลของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ในน้ำเค็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเค็มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	-9.8134	4.18805	.175	-22.2657	2.6388
	25	-14.8866(*)	3.96943	.012	-26.9503	-2.8230
	30	-19.9616(*)	3.68769	.001	-31.7148	-8.2084
35	50	9.8134	4.18805	.175	-2.6388	22.2657
	25	-5.0732	2.50726	.294	-12.3745	2.2280
	30	-10.1482(*)	2.03200	.002	-16.5858	-3.7106
25	50	14.8866(*)	3.96943	.012	2.8230	26.9503
	35	5.0732	2.50726	.294	-2.2280	12.3745
	30	-5.0750(*)	1.53156	.037	-9.8995	-.2505
30	50	19.9616(*)	3.68769	.001	8.2084	31.7148
	35	10.1482(*)	2.03200	.002	3.7106	16.5858
	25	5.0750(*)	1.53156	.037	.2505	9.8995

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ก5 ผลของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ในน้ำเค็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับอนุภูมิภาคแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	-19.5898(*)	4.34735	.006	-33.6368	-5.5427
	25	-13.7544	5.00605	.088	-28.9615	1.4526
	20	-16.9189(*)	4.13017	.017	-30.9073	-2.9305
30	35	19.5898(*)	4.34735	.006	5.5427	33.6368
	25	5.8353	3.34337	.487	-4.5824	16.2531
	20	2.6709	1.78210	.632	-2.6690	8.0107
25	35	13.7544	5.00605	.088	-1.4526	28.9615
	30	-5.8353	3.34337	.487	-16.2531	4.5824
	20	-3.1644	3.05565	.907	-13.3380	7.0091
20	35	16.9189(*)	4.13017	.017	2.9305	30.9073
	30	-2.6709	1.78210	.632	-8.0107	2.6690
	25	3.1644	3.05565	.907	-7.0091	13.3380

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ก6 ผลของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ในน้ำเค็มที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน
(duncan's new multiple range test)

Salinity	N	Subset			
		1	2	3	4
Duncan(a,b,c) 1.00	12	59.4939 ^d			
2.00	12		69.3073 ^c		
3.00	12			74.3805 ^b	
4.00	3				79.4555 ^a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu
3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ก7 ผลของเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ในน้ำเค็มที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน
(duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset			
		1	2	3	4
Duncan(a,b,c)1.00	9	55.5233 ^d			
3.00	9		69.2777 ^c		
4.00	9			72.4422 ^b	
2.00	12				75.1131 ^a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C
3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ข8 ผลของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ณ ระดับความเค็มและระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	90.407	1.223	87.892	92.921
	30	79.010	1.223	76.496	81.524
	25	82.253	1.223	79.739	84.768
	20	95.363	1.223	92.849	97.878
35	35	64.770	1.223	62.256	67.284
	30	95.560	1.223	93.046	98.074
	25	93.853	1.223	91.339	96.368
	20	92.163	1.223	89.649	94.678
25	35	69.337	1.223	66.822	71.851
	30	94.990	1.223	92.476	97.504
	25	99.483	1.223	96.969	101.998
	20	97.037	1.223	94.522	99.551
30	35	.(a)	.	.	.
	30	97.153	1.223	94.639	99.668
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ข9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
3.171	12	26	.007

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ข10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4537.616(a)	12	378.135	84.245	.000
Intercept	270642.870	1	270642.870	60296.849	.000
salinity	220.285	3	73.428	16.359	.000
tem	2146.503	3	715.501	159.407	.000
salinity * tem	2051.163	6	341.860	76.163	.000
Error	116.701	26	4.489		
Total	310579.526	39			
Corrected Total	4654.317	38			

a R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .963)

ตารางผนวกที่ ข11 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเข้มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	.1717	4.36680	1.000	-12.8223	13.1657
	25	-3.4533	4.22719	.964	-15.9915	9.0849
	30	-10.3950(*)	2.39029	.005	-17.8769	-2.9131
35	50	-.1717	4.36680	1.000	-13.1657	12.8223
	25	-3.6250	5.32017	.985	-18.9991	11.7491
	30	-10.5667	4.01853	.121	-23.0835	1.9501
25	50	3.4533	4.22719	.964	-9.0849	15.9915
	35	3.6250	5.32017	.985	-11.7491	18.9991
	30	-6.9417	3.86636	.456	-18.9702	5.0869
30	50	10.3950(*)	2.39029	.005	2.9131	17.8769
	35	10.5667	4.01853	.121	-1.9501	23.0835
	25	6.9417	3.86636	.456	-5.0869	18.9702

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ข12 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุภูมิภาคแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	-16.8406(*)	4.56415	.016	-30.9734	-2.7077
	25	-17.0256(*)	4.78702	.019	-31.6620	-2.3891
	20	-20.0167(*)	4.09166	.005	-33.7340	-6.2994
30	35	16.8406(*)	4.56415	.016	2.7077	30.9734
	25	-.1850	3.49407	1.000	-10.5683	10.1983
	20	-3.1761	2.45656	.767	-10.6184	4.2661
25	35	17.0256(*)	4.78702	.019	2.3891	31.6620
	30	.1850	3.49407	1.000	-10.1983	10.5683
	20	-2.9911	2.84935	.900	-12.2627	6.2805
20	35	20.0167(*)	4.09166	.005	6.2994	33.7340
	30	3.1761	2.45656	.767	-4.2661	10.6184
	25	2.9911	2.84935	.900	-6.2805	12.2627

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ข13 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Salinity	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 2	12	86.5867 ^c		
1	12	86.7583 ^c		
3	12		90.2117 ^b	
4	3			97.1533 ^a
Sig.		.882	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu

3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ข14 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 1	9	74.8378 ^c		
2	12		91.6783 ^b	
3	9		91.8633 ^b	
4	9			94.8544 ^a
Sig.		1.000	.850	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C

3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ค15 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
50	35	84.013	.923	82.115	85.911
	30	70.093	.923	68.195	71.991
	25	77.647	.923	75.749	79.545
	20	83.423	.923	81.525	85.321
35	35	57.033	.923	55.135	58.931
	30	80.773	.923	78.875	82.671
	25	84.163	.923	82.265	86.061
	20	84.557	.923	82.659	86.455
25	35	67.253	.923	65.355	69.151
	30	83.593	.923	81.695	85.491
	25	90.860	.923	88.962	92.758
	20	85.520	.923	83.622	87.418
30	35	.(a)	.	.	.
	30	82.333	.923	80.435	84.231
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
1.984	12	26	.070

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3063.124(a)	12	255.260	99.784	.000
Intercept	216599.244	1	216599.244	84671.243	.000
salinity	201.442	3	67.147	26.249	.000
tem	1347.724	3	449.241	175.614	.000
salinity * tem	1523.915	6	253.986	99.286	.000
Error	66.511	26	2.558		
Total	248553.649	39			
Corrected Total	3129.635	38			

a R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .969)

ตารางผนวกที่ ค18 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเข้มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	2.1625	3.88069	.995	-9.4608	13.7858
	25	-3.0125	3.18074	.928	-12.3556	6.3306
	30	-3.5392	2.08375	.529	-10.2163	3.1379
35	50	-2.1625	3.88069	.995	-13.7858	9.4608
	25	-5.1750	4.38370	.824	-17.9226	7.5726
	30	-5.7017	3.66629	.608	-17.0942	5.6909
25	50	3.0125	3.18074	.928	-6.3306	12.3556
	35	5.1750	4.38370	.824	-7.5726	17.9226
	30	-.5267	2.91532	1.000	-9.5529	8.4996
30	50	3.5392	2.08375	.529	-3.1379	10.2163
	35	5.7017	3.66629	.608	-5.6909	17.0942
	25	.5267	2.91532	1.000	-8.4996	9.5529

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ค19 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	-9.7650	4.27072	.234	-23.4606	3.9306
	25	-14.7900(*)	4.41056	.035	-28.6829	-.8971
	20	-15.0667(*)	3.99015	.029	-28.6785	-1.4549
30	35	9.7650	4.27072	.234	-3.9306	23.4606
	25	-5.0250	2.58570	.348	-12.7155	2.6655
	20	-5.3017	1.77597	.057	-10.7227	.1193
25	35	14.7900(*)	4.41056	.035	.8971	28.6829
	30	5.0250	2.58570	.348	-2.6655	12.7155
	20	-.2767	2.09000	1.000	-7.1528	6.5995
20	35	15.0667(*)	3.99015	.029	1.4549	28.6785
	30	5.3017	1.77597	.057	-.1193	10.7227
	25	.2767	2.09000	1.000	-6.5995	7.1528

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ค20 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Salinity	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 2	12	76.6317 ^c		
1	12		78.7942 ^b	
3	12			81.8067 ^a
4	3			82.3333 ^a
Sig.		1.000	1.000	.547

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu

3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ค21 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 1	9	69.4333 ^c		
2	12		79.1983 ^b	
3	9			84.2233 ^a
4	9			84.5000 ^a
Sig.		1.000	1.000	.708

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C

3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ง22 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มเฉลี่ยที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	79.880	.894	78.041	81.719
	30	63.713	.894	61.875	65.552
	25	71.383	.894	69.545	73.222
	20	55.333	.894	53.495	57.172
35	35	50.563	.894	48.725	52.402
	30	73.750	.894	71.911	75.589
	25	75.653	.894	73.815	77.492
	20	65.330	.894	63.491	67.169
25	35	63.923	.894	62.085	65.762
	30	72.990	.894	71.151	74.829
	25	83.883	.894	82.045	85.722
	20	73.263	.894	71.425	75.102
30	35	.(a)	.	.	.
	30	74.183	.894	72.345	76.022
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ง23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
1.071	12	26	.422

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ง24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็มแตกต่างกัน

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3190.890(a)	12	265.908	110.792	.000
Intercept	166209.050	1	166209.050	69251.995	.000
salinity	390.714	3	130.238	54.264	.000
tem	913.911	3	304.637	126.929	.000
salinity * tem	1852.381	6	308.730	128.634	.000
Error	62.402	26	2.400		
Total	191779.020	39			
Corrected Total	3253.292	38			

a R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .972)

ตารางผนวกที่ 25 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเข้มแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	1.2533	4.07968	1.000	-10.5426	13.0493
	25	-5.9375	3.49957	.485	-16.1060	4.2310
	30	-6.6058	3.25701	.338	-16.9203	3.7086
35	50	-1.2533	4.07968	1.000	-13.0493	10.5426
	25	-7.1908	3.70062	.337	-17.9911	3.6094
	30	-7.8592	3.47213	.230	-18.7416	3.0232
25	50	5.9375	3.49957	.485	-4.2310	16.1060
	35	7.1908	3.70062	.337	-3.6094	17.9911
	30	-.6683	2.76747	1.000	-9.9331	8.5964
30	50	6.6058	3.25701	.338	-3.7086	16.9203
	35	7.8592	3.47213	.230	-3.0232	18.7416
	25	.6683	2.76747	1.000	-8.5964	9.9331

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ง26 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุภูมิภาคแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	-6.3703	4.46700	.707	-21.0351	8.2945
	25	-12.1844	4.63686	.133	-27.0012	2.6323
	20	.1467	4.98959	1.000	-15.2297	15.5231
30	35	6.3703	4.46700	.707	-8.2945	21.0351
	25	-5.8142	2.34181	.139	-12.8442	1.2158
	20	6.5169	2.97987	.258	-2.7768	15.8107
25	35	12.1844	4.63686	.133	-2.6323	27.0012
	30	5.8142	2.34181	.139	-1.2158	12.8442
	20	12.3311(*)	3.22893	.011	2.5073	22.1549
20	35	-.1467	4.98959	1.000	-15.5231	15.2297
	30	-6.5169	2.97987	.258	-15.8107	2.7768
	25	-12.3311(*)	3.22893	.011	-22.1549	-2.5073

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ง27 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง

ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

salinity	N	Subset	
		1	2
Duncan(a,b,c) 2	12	66.3242 ^b	
1	12	67.5775 ^b	
3	12		73.5150 ^a
4	3		74.1833 ^a
Sig.		.146	.432

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu

3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ง28 ผลของอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง

ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	9	64.6422 ^c		
1	9	64.7889 ^c		
2	12		71.1592 ^b	
3	9			76.9733 ^a
Sig.		.837	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C

3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ จ29 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	20.667	.372	19.901	21.432
	30	16.687	.372	15.921	17.452
	25	18.390	.372	17.625	19.155
	20	10.787	.372	10.021	11.552
35	35	19.830	.372	19.065	20.595
	30	19.100	.372	18.335	19.865
	25	17.200	.372	16.435	17.965
	20	8.860	.372	8.095	9.625
25	35	18.020	.372	17.255	18.785
	30	11.357	.372	10.591	12.122
	25	13.790	.372	13.025	14.555
	20	11.707	.372	10.941	12.472
20	35	.(a)	.	.	.
	30	16.729	.372	15.964	17.494
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ จ30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
 ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน
 (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
3.365	12	26	.005

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ จ31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส
 ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม
 แตกต่างกัน

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	538.493(a)	12	44.874	107.938	.000
Intercept	8405.609	1	8405.609	20218.256	.000
salinity	62.465	3	20.822	50.083	.000
tem	382.491	3	127.497	306.673	.000
salinity * tem	91.890	6	15.315	36.838	.000
Error	10.809	26	.416		
Total	10070.537	39			
Corrected Total	549.303	38			

a R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .971)

ตารางผนวกที่ จ32 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน
(Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	.3850	1.73096	1.000	-4.6301	5.4001
	25	2.9142	1.38653	.257	-1.1261	6.9544
	30	-.0965	1.13330	1.000	-3.6771	3.4841
35	50	-.3850	1.73096	1.000	-5.4001	4.6301
	25	2.5292	1.55855	.541	-2.0609	7.1193
	30	-.4815	1.33828	1.000	-4.7224	3.7594
25	50	-2.9142	1.38653	.257	-6.9544	1.1261
	35	-2.5292	1.55855	.541	-7.1193	2.0609
	30	-3.0107(*)	.84689	.023	-5.6670	-.3543
30	50	.0965	1.13330	1.000	-3.4841	3.6771
	35	.4815	1.33828	1.000	-3.7594	4.7224
	25	3.0107(*)	.84689	.023	.3543	5.6670

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ จ33 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	3.5375(*)	.94871	.012	.6727	6.4022
	25	3.0456(*)	.84549	.021	.3970	5.6941
	20	9.0544(*)	.61189	.000	7.2134	10.8955
30	35	-3.5375(*)	.94871	.012	-6.4022	-.6727
	25	-.4919	1.14040	.999	-3.8382	2.8544
	20	5.5170(*)	.97983	.000	2.5901	8.4438
25	35	-3.0456(*)	.84549	.021	-5.6941	-.3970
	30	.4919	1.14040	.999	-2.8544	3.8382
	20	6.0089(*)	.88027	.000	3.2980	8.7198
20	35	-9.0544(*)	.61189	.000	-10.8955	-7.2134
	30	-5.5170(*)	.97983	.000	-8.4438	-2.5901
	25	-6.0089(*)	.88027	.000	-8.7198	-3.2980

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางผนวกที่ จ34 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

salinity	N	Subset	
		1	2
Duncan(a,b,c) 3	12	13.7183 ^b	
2	12		16.2475 ^a
1	12		16.6325 ^a
4	3		16.7290 ^a
Sig.		1.000	.203

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu
3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ จ35 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	9	10.4511 ^c		
2	12		15.9681 ^b	
3	9		16.4600 ^b	
1	9			19.5056 ^a
Sig.		1.000	.107	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C
3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ๓36 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	14.324	.261	13.787	14.861
	30	15.139	.261	14.602	15.676
	25	15.250	.261	14.713	15.787
	20	13.290	.261	12.754	13.827
35	35	17.053	.261	16.516	17.590
	30	15.043	.261	14.506	15.580
	25	13.870	.261	13.333	14.407
	20	12.278	.261	11.741	12.814
25	35	15.780	.261	15.243	16.317
	30	10.609	.261	10.072	11.146
	25	13.160	.261	12.623	13.697
	20	13.650	.261	13.113	14.187
20	35	.(a)	.	.	.
	30	22.381	.261	21.845	22.918
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ๓37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน
(Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
2.601	12	26	.020

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ๓38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส
ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม
แตกต่างกัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	285.520(a)	12	23.793	116.303	.000
Intercept	8195.739	1	8195.739	40061.288	.000
salinity	185.762	3	61.921	302.673	.000
tem	35.354	3	11.785	57.604	.000
salinity * tem	49.044	6	8.174	39.955	.000
Error	5.319	26	.205		
Total	8782.704	39			
Corrected Total	290.839	38			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .973)

ตารางผนวกที่ ๓39 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นแตกต่างกัน
(Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	-.0600	.59441	1.000	-1.8396	1.7196
	25	1.2012	.62820	.371	-.6893	3.0918
	30	-7.8804(*)	.34677	.000	-9.0579	-6.7028
35	50	.0600	.59441	1.000	-1.7196	1.8396
	25	1.2613	.77902	.535	-.9906	3.5131
	30	-7.8203(*)	.57662	.000	-9.6056	-6.0351
25	50	-1.2012	.62820	.371	-3.0918	.6893
	35	-1.2613	.77902	.535	-3.5131	.9906
	30	-9.0816(*)	.61138	.000	-10.9755	-7.1877
30	50	7.8804(*)	.34677	.000	6.7028	9.0579
	35	7.8203(*)	.57662	.000	6.0351	9.6056
	25	9.0816(*)	.61138	.000	7.1877	10.9755

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางผนวกที่ ๓40 ผลของ กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุภูมิภาคแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	-.0741	1.34793	1.000	-4.2258	4.0777
	25	1.6258	.54807	.056	-.0296	3.2812
	20	2.6465(*)	.47725	.001	1.1352	4.1577
30	35	.0741	1.34793	1.000	-4.0777	4.2258
	25	1.6999	1.32188	.778	-2.4197	5.8194
	20	2.7206	1.29412	.302	-1.3731	6.8142
25	35	-1.6258	.54807	.056	-3.2812	.0296
	30	-1.6999	1.32188	.778	-5.8194	2.4197
	20	1.0207	.39776	.132	-.2073	2.2486
20	35	-2.6465(*)	.47725	.001	-4.1577	-1.1352
	30	-2.7206	1.29412	.302	-6.8142	1.3731
	25	-1.0207	.39776	.132	-2.2486	.2073

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางผนวกที่ จ41 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
3	12	13.2998 ^c		
1	12		14.5010 ^b	
2	12		14.5610 ^b	
4	3			22.3813 ^a
Sig.		1.000	.808	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu
3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ จ42 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
4	9	13.0727 ^c		
3	9		14.0933 ^b	
1	9			15.7191 ^a
2	12			15.7932 ^a
Sig.		1.000	1.000	.723

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C
3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ข43 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	18.101	.728	16.605	19.596
	30	20.139	.728	18.643	21.634
	25	12.080	.728	10.584	13.576
	20	13.441	.728	11.946	14.937
35	35	20.494	.728	18.999	21.990
	30	15.326	.728	13.830	16.821
	25	18.370	.728	16.874	19.866
	20	16.776	.728	15.280	18.272
25	35	16.941	.728	15.445	18.436
	30	11.162	.728	9.666	12.657
	25	21.350	.728	19.854	22.846
	20	12.429	.728	10.933	13.925
20	35	.(a)	.	.	.
	30	22.442	.728	20.946	23.938
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ข44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็มแตกต่างกัน
(Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
5.759	12	26	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ข45 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส
ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม
แตกต่างกัน

Source	Type III Sum				
	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	504.309(a)	12	42.026	26.463	.000
Intercept	10385.907	1	10385.907	6539.973	.000
salinity	141.617	3	47.206	29.725	.000
tem	96.467	3	32.156	20.248	.000
salinity * tem	271.718	6	45.286	28.517	.000
Error	41.290	26	1.588		
Total	11618.577	39			
Corrected Total	545.599	38			

a R Squared = .924 (Adjusted R Squared = .889)

ตารางผนวกที่ ข46 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นแตกต่างกัน
(Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	-1.8013	1.25930	.675	-5.5535	1.9508
	25	.4698	1.65738	1.000	-4.3234	5.2631
	30	-6.5018(*)	1.16640	.001	-10.1319	-2.8718
35	50	1.8013	1.25930	.675	-1.9508	5.5535
	25	2.2712	1.36386	.521	-1.8239	6.3662
	30	-4.7005(*)	.68827	.000	-6.8651	-2.5359
25	50	-.4698	1.65738	1.000	-5.2631	4.3234
	35	-2.2712	1.36386	.521	-6.3662	1.8239
	30	-6.9717(*)	1.27859	.001	-10.9623	-2.9810
30	50	6.5018(*)	1.16640	.001	2.8718	10.1319
	35	4.7005(*)	.68827	.000	2.5359	6.8651
	25	6.9717(*)	1.27859	.001	2.9810	10.9623

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางผนวกที่ ข47 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	1.2449	1.53378	.966	-3.3907	5.8805
	25	1.2452	1.51193	.965	-3.5634	6.0538
	20	4.2964(*)	.92446	.002	1.5234	7.0694
30	35	-1.2449	1.53378	.966	-5.8805	3.3907
	25	.0003	1.95813	1.000	-5.7586	5.7593
	20	3.0516	1.55015	.341	-1.6147	7.7178
25	35	-1.2452	1.51193	.965	-6.0538	3.5634
	30	-.0003	1.95813	1.000	-5.7593	5.7586
	20	3.0512	1.52853	.352	-1.7790	7.8815
20	35	-4.2964(*)	.92446	.002	-7.0694	-1.5234
	30	-3.0516	1.55015	.341	-7.7178	1.6147
	25	-3.0512	1.52853	.352	-7.8815	1.7790

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level

ตารางผนวกที่ ข48 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร้น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 3	12	15.4703 ^c		
1	12	15.9402 ^c		
2	12		17.7415 ^b	
4	3			22.4420 ^a
Sig.		.496	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu

3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ข49 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร้น้ำเค็มที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	9	14.2154 ^c		
3	9		17.2667 ^b	
2	12		17.2670 ^b	
1	9			18.5119 ^a
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C

3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ข50 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

saliity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50	35	23.198	.385	22.407	23.990
	30	15.255	.385	14.463	16.047
	25	20.550	.385	19.758	21.342
	20	16.871	.385	16.079	17.662
35	35	27.647	.385	26.855	28.439
	30	18.046	.385	17.255	18.838
	25	17.720	.385	16.928	18.512
	20	14.932	.385	14.141	15.724
25	35	18.203	.385	17.412	18.995
	30	20.835	.385	20.043	21.627
	25	14.300	.385	13.508	15.092
	20	15.666	.385	14.874	16.458
20	35	.(a)	.	.	.
	30	11.497	.385	10.705	12.288
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ข51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็ม
แตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
2.214	12	26	.044

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+saliity+tem+saliity * tem

ตารางผนวกที่ ข52 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส
ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม
แตกต่างกัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	643.082(a)	12	53.590	120.415	.000
Intercept	10478.489	1	10478.489	23544.693	.000
saliity	131.636	3	43.879	98.594	.000
tem	258.139	3	86.046	193.342	.000
saliity * tem	209.998	6	35.000	78.643	.000
Error	11.571	26	.445		
Total	13368.623	39			
Corrected Total	654.653	38			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .974)

ตารางผนวกที่ ข53 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน
(Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	-.6179	1.73781	1.000	-5.7237	4.4879
	25	1.7175	1.22440	.685	-1.8315	5.2664
	30	7.4718(*)	.94496	.000	4.4620	10.4816
35	50	.6179	1.73781	1.000	-4.4879	5.7237
	25	2.3354	1.65785	.690	-2.6011	7.2718
	30	8.0897(*)	1.46364	.001	3.4185	12.7609
25	50	-1.7175	1.22440	.685	-5.2664	1.8315
	35	-2.3354	1.65785	.690	-7.2718	2.6011
	30	5.7543(*)	.78832	.000	3.2470	8.2615
30	50	-7.4718(*)	.94496	.000	-10.4816	-4.4620
	35	-8.0897(*)	1.46364	.001	-12.7609	-3.4185
	25	-5.7543(*)	.78832	.000	-8.2615	-3.2470

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ข54 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิ แตกต่างกัน

(Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	6.6079(*)	1.73707	.009	1.4174	11.7984
	25	5.4929(*)	1.64165	.029	.4700	10.5158
	20	7.1933(*)	1.39956	.004	2.4776	11.9090
30	35	-6.6079(*)	1.73707	.009	-11.7984	-1.4174
	25	-1.1150	1.40902	.969	-5.2494	3.0194
	20	.5855	1.11762	.996	-2.8855	4.0564
25	35	-5.4929(*)	1.64165	.029	-10.5158	-.4700
	30	1.1150	1.40902	.969	-3.0194	5.2494
	20	1.7004	.96264	.498	-1.4563	4.8571
20	35	-7.1933(*)	1.39956	.004	-11.9090	-2.4776
	30	-.5855	1.11762	.996	-4.0564	2.8855
	25	-1.7004	.96264	.498	-4.8571	1.4563

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ข55 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	3	11.4968 ^c		
3	12		17.2511 ^b	
1	12			18.9685 ^a
2	12			19.5864 ^a
Sig.		1.000	1.000	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu
3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ข56 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	9	15.8229 ^c		
2	12	16.4084 ^c		
3	9		17.5233 ^b	
1	9			23.0162 ^a
Sig.		.066	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C
3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ๓57 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน

salinity	tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
50	35	16.205	.660	14.848	17.562
	30	14.844	.660	13.487	16.201
	25	12.584	.660	11.227	13.941
	20	17.926	.660	16.569	19.283
35	35	22.412	.660	21.055	23.769
	30	19.725	.660	18.368	21.082
	25	14.290	.660	12.933	15.647
	20	15.403	.660	14.046	16.760
25	35	22.600	.660	21.243	23.957
	30	20.475	.660	19.118	21.832
	25	18.650	.660	17.293	20.007
	20	11.626	.660	10.269	12.983
20	35	.(a)	.	.	.
	30	22.101	.660	20.744	23.458
	25	.(a)	.	.	.
	20	.(a)	.	.	.

ตารางผนวกที่ ฅ58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของ
ไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิและระดับความเค็ม
แตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
3.132	12	26	.007

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+salinity+tem+salinity * tem

ตารางผนวกที่ ฅ59 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส
ของไร่น้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิ และระดับความเค็ม
แตกต่างกัน

Type III Sum					
Source	of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	505.759(a)	12	42.147	32.241	.000
Intercept	10890.774	1	10890.774	8331.093	.000
salinity	93.404	3	31.135	23.817	.000
tem	185.404	3	61.801	47.276	.000
salinity * tem	192.888	6	32.148	24.592	.000
Error	33.988	26	1.307		
Total	12624.647	39			
Corrected Total	539.748	38			

a R Squared = .937 (Adjusted R Squared = .908)

ตารางผนวกที่ ๓60 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน

(Tamhane's T2 Test)

(I) salinity	(J) salinity	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50	35	-2.5678	1.16578	.222	-6.0106	.8749
	25	-2.9480	1.38029	.259	-7.0921	1.1961
	30	-6.7113	2.26873	.403	-26.1179	12.6952
35	50	2.5678	1.16578	.222	-.8749	6.0106
	25	-.3802	1.59597	1.000	-5.0120	4.2517
	30	-4.1435	2.40604	.711	-19.5694	11.2824
25	50	2.9480	1.38029	.259	-1.1961	7.0921
	35	.3802	1.59597	1.000	-4.2517	5.0120
	30	-3.7633	2.51698	.776	-17.4480	9.9213
30	50	6.7113	2.26873	.403	-12.6952	26.1179
	35	4.1435	2.40604	.711	-11.2824	19.5694
	25	3.7633	2.51698	.776	-9.9213	17.4480

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ๓61 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับอนุหภูมิ แตกต่างกัน
(Tamhane's T2 Test)

(I) tem	(J) tem	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
35	30	1.1191	1.42234	.970	-3.0882	5.3265
	25	5.2310(*)	1.39540	.011	1.0348	9.4272
	20	5.4208(*)	1.39948	.008	1.2134	9.6282
30	35	-1.1191	1.42234	.970	-5.3265	3.0882
	25	4.1119(*)	1.31726	.034	.2408	7.9829
	20	4.3016(*)	1.32158	.025	.4171	8.1861
25	35	-5.2310(*)	1.39540	.011	-9.4272	-1.0348
	30	-4.1119(*)	1.31726	.034	-7.9829	-.2408
	20	.1898	1.29255	1.000	-3.6855	4.0650
20	35	-5.4208(*)	1.39948	.008	-9.6282	-1.2134
	30	-4.3016(*)	1.32158	.025	-8.1861	-.4171
	25	-.1898	1.29255	1.000	-4.0650	3.6855

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ ฅ62 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ณ ระดับความเค็มแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 1	12	15.3897 ^c		
2	12		17.9575 ^b	
3	12		18.3377 ^b	
4	3			22.1010 ^a
Sig.		1.000	.543	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.857.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับความเค็ม 50 psu 2 หมายถึง ระดับความเค็ม 35 psu

3 หมายถึง ระดับความเค็ม 25 psu 4 หมายถึง ระดับความเค็ม 30 psu

ตารางผนวกที่ ฅ63 ผลของกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ณ ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Tem	N	Subset		
		1	2	3
Duncan(a,b,c) 4	9	14.9848 ^c		
3	9	15.1746 ^c		
2	12		19.2864 ^b	
1	9			20.4056 ^a
Sig.		.719	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.600.

หมายเหตุ: 1 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 35 °C 2 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 30 °C

3 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 25 °C 4 หมายถึง ระดับอุณหภูมิ 20 °C

ตารางผนวกที่ ๓64 ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ไรน้ำเค็มที่ระดับความเค็มและ
อุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

treatment	N	Subset for alpha = .05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T35S50	3	40.28										
T25S50	3		55.56									
T35S35	3			58.42								
T30S50	3				67.14							
T35S25	3				67.86							
T25S35	3					69.53						
T20S50	3						70.38					
T20S25	3							71.37				
T30S35	3								73.70			
T20S35	3									75.56		
T25S25	3										78.13	
T30S30	3											79.456
T30s25	3											80.147
Sig.		1.000	1.000	1.000	.091	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเค็ม

ตารางผนวกที่ ๓65 ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
T35S35	3	64.7700						
T35S25	3		69.3367					
T30S50	3			79.0100				
T25S50	3			82.2533				
T35S50	3				90.4067			
T20S35	3				92.1633	92.1633		
T25S35	3				93.8533	93.8533	93.8533	
T30S25	3					94.9900	94.9900	
T20S50	3					95.3633	95.3633	
T30S35	3					95.5600	95.5600	
T20S25	3						97.0367	97.0367
T30S30	3						97.1533	97.1533
T25S25	3							99.4833
Sig.		1.000	1.000	.072	.069	.089	.103	.193

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเค็ม

ตารางผนวกที่ ๓๖๖ ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับ
ความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T35S35	3	57.0333							
T35S25	3		67.2533						
T30S30	3			70.0933					
T25S50	3				77.6467				
T30S50	3					80.7733			
T30S35	3					82.3333	82.3333		
T20S50	3					83.4233	83.4233	83.4233	
T30S25	3					83.5933	83.5933	83.5933	
T35S50	3						84.0133	84.0133	
T25S35	3						84.1633	84.1633	
T20S35	3						84.5567	84.5567	
T20S25	3							85.5200	
T25S25	3								90.8600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.057	.145	.168	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเค็ม

ตารางผนวกที่ ๓67 ผลการเปรียบเทียบอัตราการรอดของไรน้ำเค็มที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
T35S35	3	50.5633						
T20S50	3		55.3333					
T30S30	3			63.7133				
T35S25	3			63.9233				
T20S35	3			65.3300				
T25S50	3				71.3833			
T30S25	3				72.9900	72.9900		
T20S25	3				73.2633	73.2633		
T30S50	3				73.7500	73.7500		
T30S35	3				74.1833	74.1833		
T25S35	3					75.6533		
T35S50	3						79.8800	
T25S25	3							83.8833
Sig.		1.000	1.000	.238	.056	.069	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเค็ม

ตารางผนวกที่ ๓๖๘ ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
ที่ระดับความเต็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T25S35	3	8.8600							
T30S50	3		10.7867						
T20S50	3		11.3567						
T20S25	3		11.7067						
T20S35	3			13.7900					
T35S35	3				16.6867				
T30S30	3				16.7290				
T25S50	3				17.2000	17.2000			
T25S25	3					18.0200	18.0200		
T35S25	3						18.3900		
T30S25	3						19.1000	19.1000	
T30S35	3							19.8300	19.8300
T35S50	3								20.6667
Sig.		1.000	.110	1.000	.367	.131	.062	.177	.124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเต็ม

ตารางผนวกที่ ๓๖๙ ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
ที่ระดับความเต็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T30S25	3	10.6091							
T20S35	3		12.2776						
T25S25	3			13.1600					
T20S50	3			13.2905					
T20S25	3			13.6499	13.6499				
T25S35	3			13.8700	13.8700				
T35S50	3				14.3243	14.3243			
T30S35	3					15.0432	15.0432		
T30S50	3						15.1392		
T25S50	3						15.2500		
T35S25	3						15.7800		
T35S35	3							17.0532	
T30S30	3								22.3813
Sig.		1.000	1.000	.089	.095	.062	.078	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเต็ม

ตารางผนวกที่ ๗๐ ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
ที่ระดับความเค็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T20S50	3	11.1617							
T35S25	3	12.0800							
T20S25	3	12.4290							
T30S50	3	13.4413	13.4413						
T30S25	3		15.3257	15.3257					
T25S35	3			16.7760	16.7760				
T25S25	3			16.9407	16.9407				
T35S50	3				18.1007	18.1007			
T25S50	3				18.3700	18.3700	18.3700		
T35S35	3					20.1387	20.1387	20.1387	
T30S35	3						20.4943	20.4943	20.4943
T20S35	3							21.3500	21.3500
T30S30	3								22.4420
Sig.		.051	.079	.149	.168	.071	.060	.277	.084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเค็ม

ตารางผนวกที่ ๗1 ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
ที่ระดับความเต็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T30S30	3	11.4968							
T20S35	3		14.3000						
T25S35	3		14.9322	14.9322					
T35S35	3		15.2552	15.2552					
T20S25	3			15.6659					
T30S50	3				16.8706				
T25S50	3				17.7200	17.7200			
T30S25	3				18.0465	18.0465			
T25S25	3					18.2033			
T35S25	3						20.5500		
T20S50	3						20.8350		
T35S50	3							23.1984	
T30S35	3								27.6470
Sig.		1.000	.108	.214	.050	.411	.605	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเต็ม

ตารางผนวกที่ ๗๒ ผลการเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
ที่ระดับความเต็ม และอุณหภูมิแตกต่างกัน (duncan's new multiple range test)

Treatment	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T20S25	3	11.6257							
T35S25	3	12.5837	12.5837						
T25S50	3		14.2900	14.2900					
T35S35	3			14.8440					
T25S35	3			15.4027					
T35S50	3			16.2050	16.2050				
T30S50	3				17.9260	17.9260			
T20S35	3					18.6500	18.6500		
T30S25	3					19.7253	19.7253		
T20S50	3						20.4753	20.4753	
T30S30	3							22.1010	22.1010
T30S35	3							22.4120	22.4120
T25S25	3								22.5997
Sig.		.314	.079	.070	.077	.079	.075	.059	.620

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: T หมายถึง อุณหภูมิ S หมายถึง ความเต็ม

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	จรินทร์พิทย์ ชาญนกร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 พฤษภาคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอปะทิว ชุมพร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษาประจำปี งบประมาณ 2554 สภาวิจัยแห่งชาติ
การนำเสนอผลงาน	Oral presentation in World Academy of Science, Engineering and Technology 2012 (WASET) between 12 - 13 September 2012 at River View Hotel , 382 Havelock Road, Singapore