ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ — **สาขา**

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ — **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ของหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น

Effect of Decreasing Salinity on Growth Development and Survival Rate of Senatorial Scallop (*Mimachlamys senatoria*) from Veliger Larvae to Early Juveniles

นามผู้วิจัย นายสาโรจน์ เริ่มดำริห์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ, Doctorat de 3 e cycle.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ, Dr.Scient.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ของหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น

Effect of Decreasing Salinity on Growth Development and Survival Rate of Senatorial Scallop (*Mimachlamys senatoria*) from Veliger Larvae to Early Juveniles

โดย

นายสาโรจน์ เริ่มดำริห์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาโรจน์ เริ่มดำริห์ 2553: ผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ, Doctorat de 3 e cycle. 138 หน้า

การศึกษาผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น ดำเนินการทดลอง ณ โรงเพาะพันธุ์หอย สถานีวิจัยประมงศรีราชา โดยนำลูกหอยเชลล์ระยะแรกฟัก (D-shaped veliger) อายุประมาณ 18-24 ชั่วโมง อัตราความหนาแน่น 3 ตัว/มิลลิลิตร มาอนุบาลในระบบน้ำนิ่งในภาชนะทดลองขนาดความจุ 10 ลิตร โดยการเปรียบเทียบการอนุบาลในความเค็มที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน โดยให้แพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. ผสมกัน ความเข้มข้น 25,000 ถึง 35,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นอาหาร ศึกษาการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนจนกระทั่งถึงระยะวัยรุ่นอายุประมาณ 50 วัน ผลการศึกษาพบว่าการพัฒนาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆ กันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีการพัฒนาการเจริญเติบโตดีที่สุด และมีอัตราการรอดตายสูงสุดทุกระยะการพัฒนาของลูกหอยเชลล์ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนจนกระทั่งถึงระยะวัยรุ่น รองลงมาเป็นลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำทะเลซึ่งปรับลดความเค็มลงมาที่ระดับ 25 และ 20 ส่วนในพัน ซึ่งลูกหอยเชลล์พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะลงเกาะและระยะอัมโบ ตามลำดับ โดยพบว่าลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในระดับความเค็มทั้งสองมีการพัฒนาการเจริญเติบโตที่ช้าลงและมีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลความเค็ม 15 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการพัฒนาการเจริญเติบโตน้อยมากและตายหมดในวันที่ 3 ส่วนลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำทะเลความเค็ม 10 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์ไม่มีการพัฒนาการเจริญเติบโต และตายหมดตั้งแต่วันแรก

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Saroj Rermdumri 2010: Effect of Decreasing Salinity on Growth Development and Survival Rate of Senatorial Scallop (*Mimachlamys senatoria*) from Veliger Larvae to Early Juveniles. Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Associate Professor Prathak Tabthipwon, Doctorat de 3 e cycle. 138 pages.

The effect of decreasing salinity on growth development and survival rate of Senatorial scallop (*Mimachlamys senatoria*) from veliger larvae to early juvenile were studied in hatchery of Sriracha Fisheries Research Station. First stage veliger larvae (D-shaped veliger) of *M. senatoria* from hatchery at a density of 3 larvae/ml were stocked in 10 l cylindrical plastic jars with 5 different salinity levels at 10, 15, 20, 25 and 30 ppt. Larvae of scallops were studied on fed with mixed phytoplankton of *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. and *Tetraselmis* sp. at density 25,000 to 35,000 cells/ml. The growth development and survival rate of larvae were studied from D-shaped veliger (1 day) until to early juvenile (50 days). The results showed that growth development and survival rate of larvae in different salinity levels were significantly different ($P<0.05$). Larvae of scallops nursed at 30 ppt had best growth and survival rate in every development stage of larvae from D-shaped veliger to early juvenile. At 25 and 20 ppt larvae could only developed to settlement and umbo stage, slow growth and high mortality. Whereas salinity at 15 ppt larvae had least growth and all were died in 3 days. Low salinity at 10 ppt could not nursed larvae.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติ ชูเชิด ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆระหว่างการศึกษาทำวิทยานิพนธ์ตลอดมาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ นายอลงกต อินทรชาติ หัวหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาสนับสนุนให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ระหว่างการทำวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณพี่ๆนักวิชาการ และเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยประมงศรีราชาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกมาโดยตลอดระหว่างการทำวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและสนับสนุนด้านต่างๆในการทำงานวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ พี่จินตนา นักระนาด ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำปรึกษา ช่วยชี้แนะอบรมสั่งสอน คอยสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิกรม รังสินธุ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ช่วยชี้แนะและให้คำปรึกษามาโดยตลอด ขอขอบคุณ คุณวิลาวัลย์ ชาญณรงค์ ที่คอยให้คำแนะนำ ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้าน ตลอดจนขอขอบคุณพี่ๆน้องๆและเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยสนับสนุนให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำเนิด อบรมเลี้ยงดู คอยสั่งสอน และสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์ จนประสบความสำเร็จในวันนี้ด้วยความเคารพอย่างสูง ขอขอบพระคุณ พี่ชาย ที่คอยช่วยเหลือให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจตลอดมา และขอระลึกถึงพระคุณของครูและอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ตลอดมาด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

สาโรจน์ เริ่มดำริห์

เมษายน 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (5)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 4

การตรวจเอกสาร 5

อุปกรณ์และวิธีการ 18

อุปกรณ์ 18

วิธีการ 19

ผลและวิจารณ์การศึกษา 33

สรุปและข้อเสนอแนะ 91

สรุป 91

ข้อเสนอแนะ 94

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 95

ภาคผนวก 104

ภาคผนวก ก ภาพ และวิธีการจากการทดลอง 105

ภาคผนวก ข การเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* 113

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 138

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria*	10
2	พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *Chlamys (Mimachlamys) senatoria*	11
3	การให้อาหารสำหรับการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *Chlamys senatoria*	14
4	พ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่นำมาใช้ในการศึกษา	22
5	วิธีการเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่ใช้ในการศึกษา	23
6	จำนวนลูกหอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่ได้จากการเพาะพันธุ์	25
7	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Isochrysis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ	34
8	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Chaetoceros* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ	37
9	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Tetraselmis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ	40
10	การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	46
11	ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	48
12	ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	49
13	การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	54
14	ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	56
15	ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	63
17	ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	66
18	ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	67
19	อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่ระดับความเค็มต่างกัน	79
20	อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่ระดับความเค็มต่างกัน	82
21	อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่ระดับความเค็มต่างกัน	85

ตารางผนวกที่

ข1	ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1	114
ข2	ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2	118
ข3	ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3	121
ข4	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1	128

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข5	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2	130
ข6	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3	132
ข7	คุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องบางประการ	135

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะและอวัยวะภายในของหอยเชลล์	6
2	ลักษณะเพศของหอยเชลล์ *M. senatoria*	8
3	ขั้นตอนการเตรียมน้ำสำหรับใช้ในการทดลอง	21
4	ลูกหอยเชลล์แรกฟัก (D-shaped) อายุ 1 วันที่นำมาศึกษาทดลอง	25
5	ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	26
6	พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*	29
7	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Isochrysis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ	35
8	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Chaetoceros* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ	38
9	จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Tetraselmis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ	41
10	ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	50
11	ความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	51
12	ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	58
13	ความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	59
14	ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	68
15	ความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน	69

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่อนุบาลในน้ำทะเลระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน	75
17	การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้รับผลกระทบจากการปรับลดระดับความเค็มของน้ำลง และลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่ตายและอ่อนแอ	77
18	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน	80
19	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน	83
20	อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน	86

ภาพผนวกที่

ก1	บ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria*	106
ก2	การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ *M. senatoria*	106
ก3	การเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* โดยวิธีปล่อยให้ออกตามธรรมชาติ	107
ก4	การเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* โดยวิธีฉีดสาร serotonin กระตุ้น	107
ก5	การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเชลล์ *M. senatoria*	108
ก6	การอนุบาล และการเปลี่ยนถ่ายน้ำลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่เพาะพันธุ์	108
ก7	ชุดการทดลองที่ใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*	109
ก8	แพลงก์ตอนพืชที่นำมาใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในการทดลอง	109
ก9	การสุ่มลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*	110
ก10	การตรวจวัดขนาดลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* จากชุดทดลอง	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก11	การตรวจดูพัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* จากชุดทดลอง	111
ก12	การเปลี่ยนถ่ายน้ำลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละชุดทดลอง	111
ก13	การตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการ และการเก็บคุณภาพน้ำไปวิเคราะห์	112
ก14	ลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ระยะวัยรุ่น (Early juvenile) อายุ 50 วัน ที่ได้จากการทดลอง	112

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ของหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น

Effect of Decreasing Salinity on Growth Development and Survival Rate of Senatorial Scallop (*Mimachlamys senatoria*) from Veliger Larvae to Early Juveniles

คำนำ

หอยเชลล์ หรือ หอยพัด ที่มีชื่อสามัญเรียกกันทั่วไปว่าสแกลลอป (Scallops) เป็นหอยทะเลสองฝาที่อยู่ในวงศ์ Pectinidae ซึ่งมีสมาชิกอาศัยแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกประมาณกว่า 400 ชนิด หอยในกลุ่มนี้หลายชนิดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจสำคัญซึ่งเป็นทรัพยากรประมงธรรมชาติที่มีมูลค่าสูง โดยหลายชนิดสามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ ซึ่งสำหรับประเทศไทยหอยเชลล์ที่พบในตลาดสดแถบจังหวัดระยอง สงขลา หรือ สมุทรสงคราม เป็นหอยเชลล์ที่ได้จากการประมงในแหล่งธรรมชาติ (บำรุงศักดิ์ และ วรรณเกียรติ, 2533) และเป็นชนิด *Amusium pleuronectes* ซึ่งการเพาะเลี้ยงในประเทศไทยปัจจุบันยังอยู่ในขั้นทดลองเท่านั้น (Chaitanawisuti and Menasveta, 1991, 1992) ส่วนหอยเชลล์ชนิดอื่นที่มีการเพาะพันธุ์ในขั้นทดลอง คือ ชนิด *Chlamys senatorius* (*Mimachlamys senatoria*) (จินตนา และ วราภรณ์, 2537)

หอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria* Gmelin) เป็นหอยทะเลสองฝาเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่พบในประเทศไทย ซึ่งมีศักยภาพสามารถเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากเนื้อมีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูงจึงเป็นที่นิยมบริโภคทั่วไป นอกจากนั้นเปลือกยังมีสีสันสวยงามและหลากหลายสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายเป็นของประดับหรือของที่ระลึกได้ ส่วนหอยเชลล์มีชีวิตก็สามารถนำมาเลี้ยงเป็นสัตว์ทะเลสวยงาม หรือเลี้ยงประดับตู้สัตว์ทะเลสวยงามได้ สำหรับประเทศไทยนั้นแม้จะมีการเก็บเกี่ยวหอยเชลล์มาใช้ประโยชน์บ้างแต่ก็มีปริมาณไม่มากนัก (ประมาณ 250 เมตริกตัน/ปี) จึงน่าจะมีการศึกษาเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงขึ้น (อุทัยรัตน์, 2550) ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยได้มีการศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ *M. senatoria* เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ โดยพบว่าหอยเชลล์ชนิดนี้สามารถนำมาเพาะพันธุ์ อนุบาล และเลี้ยงจนได้ขนาดตัวเต็มวัย แต่ก็นับว่าประสบความสำเร็จเพียงระดับหนึ่งเท่านั้น เพราะการพัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ยังมีปัจจัยที่ต้องคำนึงอย่างยิ่งอยู่หลายประการ ได้แก่ ความหนาแน่นที่ใช้ในการเลี้ยง ความลึกของน้ำในบริเวณที่ใช้เลี้ยง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเค็มในบริเวณที่เลี้ยงหอย ปริมาณของอาหารในแหล่งที่เลี้ยง เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาในหอยเชลล์หลายชนิดพบว่ามีผลกระทบอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของหอยเชลล์ (Lodeiros *et al*., 1998; Navarro and Gonzalez, 1998; Roman *et al*., 1999; Frechette *et al*., 2000; Maguire and Burnell, 2001) ทั้งนี้เนื่องจากหอยเชลล์มีความสามารถในการทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเค็มได้ค่อนข้างน้อย และควรคำนึงถึงชนิดของหอยเชลล์ที่จะมีการเลี้ยงในแง่ความต้องการของตลาดและความคุ้มทุนในการเลี้ยง แหล่งที่มาและปริมาณของลูกพันธุ์หอยเชลล์ที่ใช้ในการเลี้ยง เป็นต้น ซึ่งปัญหาและอุปสรรคที่มีผลต่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์เหล่านี้ ยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด ประกอบกับการศึกษาเรื่องหอยเชลล์ในประเทศไทยมีผู้ศึกษาไว้น้อยมาก ทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานสำคัญหลายประการที่จะช่วยอธิบายผลหรือที่มาของสาเหตุดังกล่าวนั้น การศึกษาทดลองเพื่อหาข้อมูลที่เป็นมาตรฐานซึ่งสามารถใช้อธิบายผลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยเชลล์ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ สมควรมีการสนับสนุนการศึกษาข้อมูล หรือองค์ความรู้เพิ่มเติมยิ่งขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไปในอนาคต

ความเค็มนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญอันดับต้นๆที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตอยู่รอดของหอยเชลล์ เนื่องจากหอยเชลล์เป็นสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มได้ค่อนข้างน้อย หรืออาศัยอยู่รอดได้ในช่วงที่จำกัด เช่น หอยเชลล์ *Argopecten purpuratus* ซึ่งต้องเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีความเค็มสูงกว่า 27 ส่วนในพัน (Navarro and Gonzalez, 1998) ส่วนหอยเชลล์ *M. senatoria* นั้นในธรรมชาติที่พบส่วนใหญ่มักอาศัยอยู่บริเวณที่มีความเค็มของน้ำทะเลอยู่ในช่วง 29-34 ส่วนในพัน

การที่น้ำทะเลมีความเค็มลดลงต่ำกว่าระดับปกติ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยๆและส่งผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงหอยเศรษฐกิจของประเทศไทยหลายชนิด เช่น หอยแครง หอยลาย หอยแมลงภู่ ฯเป็นต้น โดยมีสาเหตุจากการที่น้ำจืดไหลลงมาผสมกับน้ำทะเลในปริมาณที่มากกว่าปกติ ทำให้น้ำทะเลมีความเค็มลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมักเกิดขึ้นช่วงที่มีปริมาณฝนตกหนักในช่วงฤดูฝนหรือช่วงมรสุม การไหลของน้ำจืดลงสู่ทะเลมีรายงานว่าเป็นสาเหตุการตายจำนวนมากของประชากรหอยเชลล์ *A. irradians* (Gutsell, 1931; Andrew, 1973; Mercaldo and Rhodes, 1982; Tettelbach *et al*., 1985) และหอยเชลล์ *Pecten fumata* (Fairbridge, 1953) นอกจากนี้การปล่อย หรือการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงชายฝั่งในปริมาณที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากและติดต่อกันเป็นเวลานานก็อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำทะเลในบริเวณใกล้เคียงได้ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อโรงเพาะฟักหอยทะเลที่ส่วนใหญ่อาศัยน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งในการดูแลอนุบาลลูกหอย รวมทั้งอาจเป็นสาเหตุสำคัญต่อการนำพันธุ์หอยเชลล์โดยเฉพาะลูกพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* ในระยะวัยรุ่นซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำไปอนุบาลเลี้ยงต่อในแหล่งธรรมชาติจนโตได้ขนาดตัวเต็มวัยซึ่งเป็นขนาดที่ต้องการของตลาด หรือนำไปปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติเพื่อเพิ่มเติม หรือทดแทนทรัพยากรหอยเชลล์ที่ปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลงและยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวลูกพันธุ์จากแหล่งธรรมชาติได้ มาอนุบาลและพัฒนา การเลี้ยงในบริเวณเขตชายฝั่งได้

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของความเค็มที่ลดลงต่อการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อน (veliger larvae) จนถึงระยะวัยรุ่น (early juvenile) อายุประมาณ 50 วัน เพื่อศึกษาผลของความเค็มที่ลดลงต่อการพัฒนาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการศึกษา โดยผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาต่อๆไป ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์สำหรับการวางแนวทางในการดูแลอนุบาล และการนำมาปรับประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาการผลิตลูกพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* ระยะวัยรุ่น ให้ได้จำนวนมาก และมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่ดีสำหรับการเริ่มต้นเพื่อพัฒนาไปสู่การเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ในเชิงพาณิชย์ของประเทศไทยให้ประสบความสำเร็จและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการลดความเค็มน้ำทะเลในระดับต่างๆกันต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ (*Mimachlamys senatoria*) ตั้งแต่ระยะวัยอ่อน (veliger larvae) จนถึงระยะวัยรุ่น (early juveniles) อายุประมาณ 50 วัน ที่อนุบาลในน้ำความเค็มระดับต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

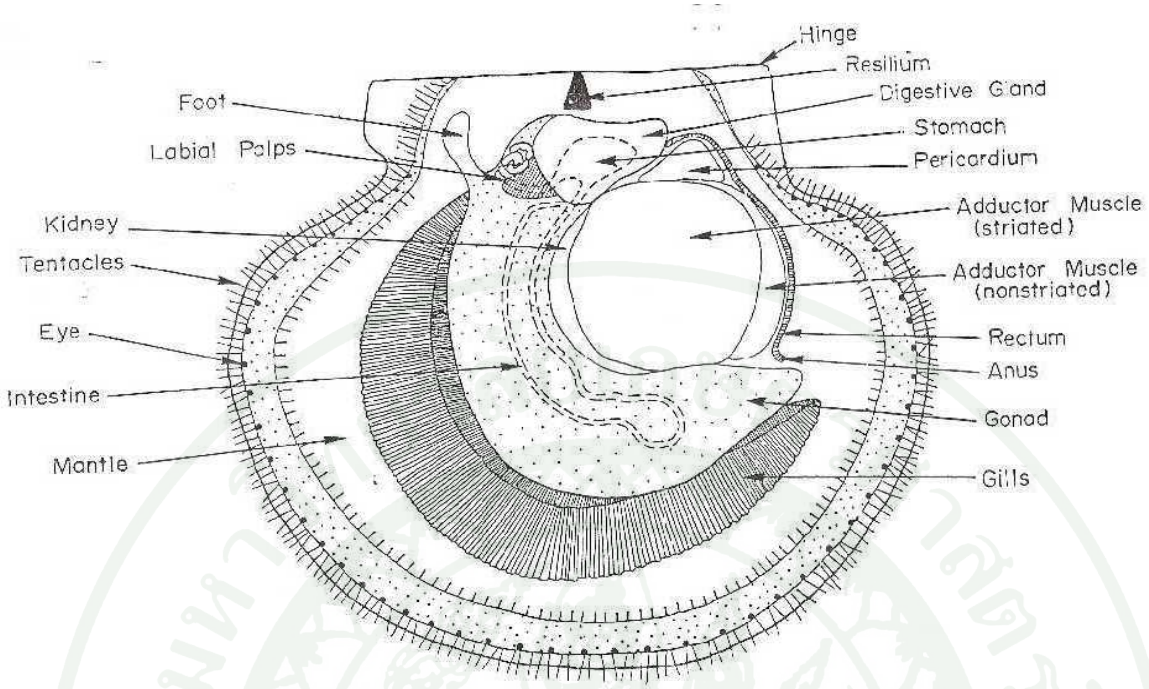
การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของหอยเชลล์

1.1 ลักษณะของหอยเชลล์โดยทั่วไป

หอยเชลล์เป็นหอยทะเลสองฝาที่มีลักษณะโดยทั่วไป คือ เปลือกมักมีรูปร่างกลมค่อนข้างแบน มีลักษณะคล้ายพัด และมีสีสันหลากหลาย เช่น สีแดง เหลือง ส้ม ม่วง เป็นต้น นอกจากนี้เปลือกยังมีลักษณะแตกต่างกันหลากหลาย มีทั้งผิวเปลือกเรียบเป็นมันจนถึงผิวเปลือกขรุขระเป็นร่องและสัน บางชนิดฝาเปลือกสองข้างมีรูปร่างและขนาดไม่เท่ากัน บางชนิดฝาเปลือกสองข้างมีสีต่างกัน โดยฝาเปลือกทั้งสองข้างยึดติดกันตรงบานพับ (hinge) มีโครงสร้างเป็นแนวรัศมีจากบานพับเปลือกไปสู่ขอบเปลือก มีส่วนหูลักษณะคล้ายปีก (wing-like ears) อยู่สองข้างตามแนวยาวของบานพับ โดยฝาเปลือกด้านขวาซึ่งเป็นด้านล่างที่หอยวางตัวอยู่บนพื้นทะเลมีส่วนเว้าเป็นร่องข้างหู (byssal notch) เป็นช่องให้หอยสร้างเส้นใย (byssus) ออกมายึดติดวัสดุใต้น้ำ ส่วนบริเวณกลางบานพับของเปลือกด้านในใต้อัมโบ (umbo) มีเอ็นรูปสามเหลี่ยม (resilium) ที่ฝังอยู่ในร่อง (resilifer) ทำหน้าที่ในการปิดเปิดฝาเปลือกร่วมกับกล้ามเนื้อยึดเปลือก (adductor muscle) ซึ่งเป็นอวัยวะของหอยเชลล์ส่วนที่นิยมนำมาบริโภคกันทั่วไป โดยเป็นกล้ามเนื้อขนาดใหญ่เพียงอันเดียวที่อยู่ตอนกลางของเปลือกซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการเคลื่อนที่และการอพยพถิ่นที่อยู่อาศัย รวมทั้งการหลบหนีศัตรูโดยการว่ายน้ำเป็นระยะสั้นๆ ส่วนเหงือก (gill) และอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) มีลักษณะเป็นรูปโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว บริเวณขอบของเนื้อเยื่อแมนเทิล (mantle) มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากหอยสองฝาทั่วไป โดยมีเนื้อเยื่อแผ่ยื่นออกมาเป็นผืนคล้ายผ้าม่านทำหน้าที่เสมือนลิ้นเปิดปิดสำหรับควบคุมการไหลของน้ำ เพื่อช่วยในการว่ายน้ำ มีหนวด (tentacle) และตา (statocysts หรือ ocelli) ลักษณะเป็น เม็ดกลมๆ สีน้ำเงิน เรียงรายอยู่โดยรอบตามขอบของแมนเทิล ตาของหอยเชลล์ทำหน้าที่ในการรับแสง ตรวจจับการเคลื่อนไหว และกำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่ ส่วนเท้าของหอยเชลล์มีขนาดเล็กมาก โดยเหลือเฉพาะส่วนต่อมที่ทำหน้าที่สร้างเส้นใยยึดเกาะ (byssal gland) ที่ใช้ในขณะที่ลูกหอยลงเกาะ และหายไปเมื่อหอยเชลล์มีอายุ มากขึ้น (วันทนา, 2541), (คเชนทร, 2544) และ (จินตนา, 2550) (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ลักษณะและอวัยวะภายในของหอยเชลล์

ที่มา: Bourne *et al*. (1989)

1.2 ลักษณะของหอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria*

หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* Gmelin, 1791 หรือ “Senatorial scallops” คือ หอยเชลล์ชนิดเดียวกับ *Chlamys senatoria* ในรายงานวิจัยที่ผ่านๆมา แต่ในการศึกษาของ Mahidol (2007) ใช้วิธีจำแนกตามหลักของ Waller (1991, 1993, 2006) จึงเปลี่ยนมาใช้ชื่อสกุลว่า *Mimachlamys*

หอยเชลล์ *M. senatoria* ตัวเต็มวัยมีขนาดความยาวเปลือกเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ประมาณ 6.5 เซนติเมตร เปลือกค่อนข้างกลมแบน มีความสูงมากกว่าความยาวเปลือกขวาแบนกว่าเปลือกซ้าย เปลือกทั้งสองมีสันและร่องทั้งด้านนอกและด้านในจำนวน 24 - 27 สัน ความกว้างของสันและร่องมีขนาดใกล้เคียงกัน บนสันด้านนอกของเปลือกมีเกล็ดขนาดเล็ก ปีกหน้ามีขนาดใหญ่เป็นสองเท่าของปีกท้าย มีร่องบิสซัสและทีโนเลียมเห็นชัดเจน หอยชนิดนี้มีสีที่แตกต่างกันไปบางตัวมีสีม่วง ส้ม เหลือง ด้านนอกมีสีเข้ม อาจมีจุดประหรือแต้มกระจายอยู่ทั่วเปลือกอย่างไม่เป็นระเบียบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนด้านในเป็นมันมีสีเหมือนด้านนอก แต่สีจางกว่า อาศัยในทะเลซึ่งมีลักษณะพื้นเป็นกรวด หิน ซากปะการัง หรือทราย โดยใช้บิสซัสยึดติดกับหินหรือวัตถุใต้น้ำ หรืออยู่เป็นอิสระที่ระดับความลึกประมาณ 3 - 10 เมตร (วันทนา และ ธีระพงศ์, 2550)

2. ลักษณะทางชีววิทยา

2.1 แหล่งอาศัยและการแพร่กระจาย

หอยเชลล์มีแหล่งอาศัยแพร่กระจายอยู่ในทะเลทั่วโลก พบได้ทั้งในทะเลเขตหนาวขั้วโลกไปจนถึงเขตร้อน ทั้งในบริเวณน้ำตื้นชายฝั่งไปจนถึงที่ระดับน้ำลึกนับพันเมตร (Brand, 2006) สำหรับในน่านน้ำไทยพบหอยเชลล์อยู่ทั้งในทะเลฝั่งอ่าวไทยและทะเลฝั่งอันดามันรวมไม่น้อยกว่า 8 ชนิด (Mahidol, 2007) แต่ที่มีการจับมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจังมีเพียง 2 ชนิด คือ *A. pleuronectes* และ *M. senatoria* หอยเชลล์ *A. pleuronectes* ซึ่งเป็นชนิดที่รู้จักกันดี และมีการทำประมงโดยใช้อวนลากนำมาใช้ประโยชน์ มักพบอาศัยในบริเวณที่เป็นพื้นทราย หรือทรายปนโคลนในระดับความลึกน้ำระหว่าง 10-40 เมตร ทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน แต่พบชุกชุมที่สุดที่ระดับน้ำลึกประมาณ 20-30 เมตร ว่ายน้ำเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระโดยไม่ยึดเกาะวัสดุใต้น้ำ ส่วนหอยเชลล์ *M. senatoria* พบอาศัยในบริเวณพื้นทะเลที่เป็นทรายมีเศษกรวด เศษปะการัง หรือกระซ้าเปลือกหอยที่ระดับน้ำลึกประมาณ 15-20 เมตร ในชายฝั่งทะเลทั้งทางอ่าวไทยและทะเลอันดามัน โดยมักสร้างเส้นใยยึดติดกับวัสดุใต้น้ำ แต่เมื่อถูกรบกวนจะสลัดเส้นใยทิ้งและว่ายน้ำหนี การเก็บรวบรวมหอยชนิดนี้ใช้วิธีดำน้ำเก็บ โดยส่วนใหญ่จะรวบรวมเป็นผลพลอยได้จากการดำน้ำเก็บหอยมีค่าชนิดอื่นๆ เช่น หอยมุก หอยนมสาว เป็นต้น จึงมีผลผลิตไม่มากนัก และมักใช้บริโภคเฉพาะในท้องถิ่น (จินตนา, 2550)

2.2 นิสัยการกินอาหาร

หอยเชลล์กินอาหารโดยการกรองตะกอนขนาดเล็ก หรือสารอาหารที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ (suspension feeding) ในบริเวณแหล่งที่อาศัย ซึ่งแหล่งอาหารที่สำคัญ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช เซลล์เดียว และอินทรีย์สารต่างๆที่มีขนาดเหมาะสม การกินอาหารของหอยเชลล์อาศัยแผงขนที่ส่วนของวีลัม (velum) และซี่เหงือกซึ่งจะทำหน้าที่พัดพาน้ำผ่านเข้าภายในตัว ทำให้หอยเชลล์ได้รับออกซิเจนและสารอาหารที่ผ่านเข้ามากับน้ำ (จินตนา, 2550) โดยระบบทางเดินอาหารของหอยเชลล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะประกอบด้วย ส่วนของปาก (mouth) หลอดอาหาร (oesophagus) กระเพาะอาหาร (stomach and crystalline style) ต่อมช่วยในการย่อยอาหาร (digestive gland) ลำไส้ (intestines) ลำไส้ใหญ่ (rectum) และทวาร (anus) (Beninger and LePennec, 1991)

2.3 ระบบการสืบพันธุ์

หอยเชลล์มีชีววิทยาการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน มีทั้งชนิดที่เป็นเพศแยก คือ เพศผู้และเพศเมียอยู่คนละตัว เช่น *M. senatoria* และชนิดที่เป็นกะเทย (hermaphrodite) ซึ่งสร้างทั้งไข่และน้ำเชื้อในตัวเดียวกัน เช่น *A. pleuronectes* โดยอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) ของหอยเชลล์มีลักษณะเป็นพูติดอยู่กับกล้ามเนื้อยึดเปลือก ในระยะที่หอยเชลล์มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์สมบูรณ์อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีลักษณะอวบเต็ม เพศเมียมีสีเหลืองส้ม หรือแดง ส่วนเพศผู้จะมีสีขาวหรือสีครีม ไข่และน้ำเชื้อจะถูกปล่อยออกไปผสมกันในน้ำทะเล ลูกหอยเชลล์จะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนว่ายน้ำล่องลอยกรองกินแพลงก์ตอนพืชเล็กๆเป็นอาหารอยู่ประมาณ 1-2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงลงเกาะสู่พื้น และเปลี่ยนการดำรงชีวิตแบบอาศัยบนพื้นทะเลเช่นเดียวกับตัวเต็มวัยต่อไป ช่วงระยะ เวลาของการพัฒนาการของหอยเชลล์อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิของน้ำ หอยเชลล์ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวมักใช้เวลาในการพัฒนานานกว่าชนิดที่อยู่ในเขตร้อน (จินตนา, 2550)

เพศผู้ เพศเมีย

ภาพที่ 2 ลักษณะเพศของหอยเชลล์ *M. senatoria*

ที่มา: สาโรจน์ (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 พัฒนาการของลูกหอยเชลล์

ไข่ของหอยเชลล์ *M. senatoria* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 68-72 ไมครอน ไข่ที่ได้รับการผสมจะแบ่งเซลล์และพัฒนาการผ่านระยะต่างๆ จนเป็นลูกหอยที่มีเปลือกหุ้มตัวสมบูรณ์ (D-shaped larvae) ภายในระยะเวลาประมาณ 17-18 ชั่วโมง ลูกหอยอายุประมาณ 1 วัน มีขนาดความยาวของเปลือก (shell length) 100-105 ไมครอน ความสูงของเปลือก (shell height) 70-80 ไมครอน ลูกหอยที่แข็งแรงดีจะว่ายน้ำอย่างว่องไว และเริ่มกรองกินอาหารซึ่งได้แก่แพลงก์ตอนพืช เซลล์เดียวขนาดเล็กๆในน้ำ จนส่วนของทางเดินอาหาร หรือกระเพาะมองเห็นเป็นสีน้ำตาลเข้ม ลูกหอยจะเติบโตและพัฒนาการเข้าสู่ระยะลงคืบคลานกับพื้น (Pediveligers) เมื่ออายุประมาณ 8-9 วัน ในระยะนี้ลูกหอยมีการพัฒนาส่วนของเท้า (foot) ใช้ในการเคลื่อนที่ และเริ่มมีจุดตา (eye-spots) เห็นได้ชัด หลังจากนั้นลูกหอยจะสร้างเส้นใย (byssus) สำหรับยึดตัวเกาะติดกับวัสดุเมื่ออายุประมาณ 10-11 วันขึ้นไป ขนาดความยาวของเปลือก 200-220 ไมครอน ความสูงของเปลือก 170-190 ไมครอน และเริ่ม metamorphosis โดยอวัยวะที่ใช้ในการว่ายน้ำ (velum) จะหายไป มีส่วนของเหงือก (gills) พัฒนาขึ้นแทน ซึ่งใช้ในการพัดพาน้ำและอาหารเข้าสู่ตัว และเริ่มสร้างเปลือกขยายขนาดขึ้น เมื่อมีขนาดประมาณ 500 ไมครอนขึ้นไป จะมีลักษณะเปลือกที่สร้างใหม่ขยายออกเห็นแนวบานพับเป็นเส้นตรง มีร่อง byssal notch อยู่ทางด้าน anterior สำหรับให้ byssus ที่ลูกหอยสร้างขึ้นมาเกาะยึดกับวัสดุใต้น้ำ ลูกหอยเชลล์อายุประมาณ 1 เดือนที่มีขนาดความสูงของเปลือกประมาณ 1 มิลลิเมตร จะเริ่มมีตา (statocysts หรือ ocelli) ซึ่งเป็นอวัยวะรับแสง เห็นเป็นเม็ดกลมสีแดงเรียงอยู่ตามขอบของเนื้อเยื่อแมนเทิล จากระยะนี้มีการขยายขนาดเปลือกในแนวความสูงของเปลือก (dorso-ventral axis) เพิ่มมากกว่าในแนวความยาว หรือ ความกว้างของเปลือก (anterior-posterior axis) และเริ่มมีสันตามแนวรัศมี (radial ribs) บนเปลือกซึ่งเป็นลักษณะคล้ายในตัวเต็มวัย เปลือกของลูกหอยเชลล์จะเริ่มมีสีสันสวยงามมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหลายสี ตั้งแต่สีเหลือง ส้ม แดง ม่วง น้ำตาลอ่อน ไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเห็นได้ชัดเจนเมื่อลูกหอยมีอายุประมาณ 2 เดือน หรือมีขนาดประมาณ 3-4 มิลลิเมตรขึ้นไป (จินตนา, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่ได้จากการเพาะพันธุ์ อนุบาลที่อุณหภูมิ 27-28.5 องศาเซลเซียส ความเค็ม 32 ส่วนในพัน

อายุ	ระยะ	ขนาด	อัตราการรอดตาย
0 ชั่วโมง	Fertilization	68-72 ไมครอน	
12-13 ชั่วโมง	Trochophore	80-85 ไมครอน	
17-18 ชั่วโมง	D-shaped veliger	100-105 ไมครอน	50-70%
5-6 วัน	Umbo	140-150 ไมครอน	70-80%
8-9 วัน	Eyedlarvae/Pediveliger	190-210 ไมครอน	20-30%
10-11 เดือน	Settlement	200-220 ไมครอน	
1 เดือน	Spat	0.6-1 มิลลิเมตร	5-10%
2 เดือน	Juveniles	2-4 มิลลิเมตร	40-50%

ที่มา: จินตนา (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *Chlamys (Mimachlamys) senatoria* ที่ได้จากการเพาะพันธุ์อนุบาลที่อุณหภูมิ 27-29 องศาเซลเซียส ความเค็ม 33-35 ส่วนในพันส่วน

อายุ	ระยะ	ขนาด	อัตราการรอดตาย
17-18 ชั่วโมง	D-shaped veliger	100-105 ไมครอน	2.5-66.9%
4-5 วัน	Umbo	145-150 ไมครอน	70-80%
8-10 วัน	Pediveliger	210-230 ไมครอน	0-38%
10-11 วัน	Settlement	230-240 ไมครอน	-
1 เดือน	Spat	0.5-1 มิลลิเมตร	5-10%
2 เดือน	Young juveniles	1-4 มิลลิเมตร	40-50%
3 เดือน	Juvenile	7-18 มิลลิเมตร	80-90%

ที่มา: Nugranad and Promjinda (1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเพาะพันธุ์หอยเชลล์

การเพาะพันธุ์หอยสองฝามีกรรมวิธีที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมน้ำทะเล การเตรียมสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารของลูกหอย การเตรียมพ่อแม่พันธุ์หอย การเพาะพันธุ์ และการอนุบาลตัวอ่อนและลูกหอย การปฏิบัติแต่ละขั้นตอนจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกหอย ปัญหาในการเพาะเลี้ยงหอยสองฝาในประเทศไทยที่ประสบมากที่สุด คือ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระบบต่างๆของโรงเพาะฟัก และคุณภาพของลูกหอยที่มีผลมาจากระดับความพร้อมและสมบูรณ์ของหอยพ่อแม่พันธุ์ (ปิยะพงศ์ และคณะ, 2539)

3.1 วิธีการเพาะพันธุ์

วิธีการกระตุ้นให้หอยสองฝาวางไข่ หรือปล่อยน้ำเชื้อออกมา สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับอุณหภูมิของน้ำทะเลที่ใช้เพาะพันธุ์ให้สูงหรือต่ำกว่าปกติ การใช้เซลล์สืบพันธุ์ของหอยตัวอื่นเป็นสารกระตุ้น การใช้น้ำทะเลที่ผ่านรังสีอัลตร้าไวโอเลต การปล่อยหอยทิ้งไว้ให้แห้งสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานาน การตัดหรือกระตุ้นบริเวณกล้ามเนื้อยึดเปลือก (adductor muscle) การใช้สารเคมีบางชนิด เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การใช้สารพวก neurotransmitter ได้แก่ serotonin เป็นต้น ซึ่งวิธีการกระตุ้นให้หอยเชลล์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งนิยมใช้กัน ได้แก่

1) การผึ่งแห้งสลับกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (air exposure and sea water manipulation) โดยเปิดน้ำทะเลสะอาดให้ไหลผ่านตัวหอยในถังเพาะ เป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วถ่ายน้ำออก ปล่อยให้สัมผัสอากาศอยู่แห้งๆนานประมาณ 5-10 นาที จากนั้นเปิดน้ำทะเลใส่ลงในถังเพาะใหม่ ทำ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งหอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

2) การฉีดด้วยสารละลายซีโรโทนิน (serotonin injection) โดยเตรียมสารละลาย serotonin (5-Hydroxytryptamine creatinine sulfate) ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ในน้ำทะเลกรองด้วยถุงกรองผ้าขนาด 1ไมโครเมตร (Gibbon and Castagna, 1984; Nugranad and Promjinda, 1997) ใช้เข็มฉีดยาฉีดสารละลายซีโรโทนินเข้าบริเวณกล้ามเนื้อยึดเปลือกปริมาณตัวละ0.1-0.5 มิลลิลิตร แล้วแต่ขนาดของหอย โดยทำการกระตุ้นหอยเพศเมียก่อนเนื่องจากเพศเมียใช้เวลาในการตอบสนองต่อการกระตุ้นนานกว่าเพศผู้ (จินตนา, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) การขัดล้างทำความสะอาดเปลือก และปล่อยให้อยู่นิ่งๆในน้ำทะเลสะอาด บริเวณกลางแจ้งโดยไม่มีการให้อากาศ ซึ่งเป็นวิธีกระตุ้นที่ปล่อยให้หอยเชลล์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาตามธรรมชาติ

4. การอนุบาลลูกหอยเชลล์

4.1 การอนุบาลในโรงเพาะฟัก

การอนุบาลลูกหอยเชลล์ระยะวัยอ่อนใช้น้ำทะเลที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) ให้แพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว เช่น *Isochrysis galbana* และ *Chaetoceros* spp. เป็นอาหารแก่ลูกหอย เปลี่ยนถ่ายน้ำในถังอนุบาล 100 เปอร์เซ็นต์ วันเว้นวัน โดยใช้ผ้ากรองไนลอนรองรับลูกหอยไว้ระหว่างการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เมื่อลูกหอยพัฒนาถึงระยะลงพื้นใช้วัสดุต่างๆ เช่น ตาข่ายพรางแสง เชือก หรือเส้นใยไนลอนใส่ลงในถังอนุบาล เพื่อเป็นวัสดุให้ลูกหอยลงเกาะ จากนั้นให้ *Tetraselmis spp.* หรือสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่นๆเป็นอาหารเพิ่มเติม หลังจากลูกหอยลงเกาะวัสดุหมดแล้วทำการอนุบาลโดยใช้ระบบน้ำไหลเวียนในถัง เพื่อให้ลูกหอยได้รับอาหารทั่วถึง ระยะนี้สามารถใช้น้ำทะเลที่ผ่านการกรองโดยไม่ต้องฆ่าเชื้อ อนุบาลลูกหอยจนกระทั่งมีขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร หลังจากนั้นอาจใช้ระบบน้ำไหลผ่านตลอด และต้องเพิ่มปริมาณอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของลูกหอย เมื่อลูกหอยเชลล์เติบโตได้ขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร สามารถย้ายออกไปอนุบาลและเลี้ยงในทะเลต่อไป (จินตนา, 2550)

4.2 การอนุบาลในทะเล

การเลี้ยงหอยเชลล์โดยใช้ลูกพันธุ์หอยจากโรงเพาะนั้นจำเป็นต้องมีขั้นตอนการอนุบาลลูกหอยขนาดเล็กให้ปรับตัวเข้ากับสภาพในธรรมชาติ และโตพอที่จะนำไปเลี้ยงต่อได้ โดยทั่วไปเมื่ออนุบาลลูกหอยเชลล์ในโรงเพาะพันธุ์จนได้ขนาดประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร สามารถนำไปอนุบาลต่อในทะเลโดยใส่ถุงอวนตาถี่ ตะกร้าพลาสติกหรือกระบะอวนมีฝาปิดป้องกันศัตรู แขวนถุงอวนหรือภาชนะใส่ลูกหอยจากแพหรือจากสายทุ่น long line ในที่ซึ่งน้ำทะเลมีการไหลถ่ายเทได้ดี มีอาหารธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม ลูกหอยจะสามารถเจริญเติบโตเพิ่มขนาดได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปจะมีอัตราการเติบโตขยายขนาดเปลือกประมาณ 1 เซนติเมตร/เดือน ระหว่างอนุบาลต้องหมั่นตรวจสอบภาชนะที่อนุบาลอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง กำจัดศัตรู รวมทั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตะกอนดินหรือตะไคร่ที่อาจอุดตันตาอวนทำให้น้ำทะเลถ่ายเทไม่สะดวก จนกระทั่งลูกหอยโตได้ขนาดประมาณ 1.0-2.0 เซนติเมตร จึงนำไปแยกเลี้ยงด้วยวิธีต่างๆต่อไป (จินตนา, 2550)

ตารางที่ 3 การให้อาหารสำหรับการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *Chlamys (Mimachlamys) senatoria*

อายุ (วัน)	ระยะ	ขนาด (ไมครอน)	ความหนาแน่นของลูกหอย (ตัว/มิลลิลิตร)	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหาร (เซลล์/มิลลิลิตร)
1-2	D-shaped veliger	100-120	5-10	10,000-12,000
3-7	Veliger	130-190	3-5	12,000-20,000
8-11	Pediveliger	220-240	1-3	15,000-20,000
10-15	Settlement	-	-	20,000-25,000
30	Spat	500-1,000	-	> 30,000

ที่มา: Nugranad and Promjinda (1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ความเค็มต่อการอนุบาลหอยเชลล์

ความเค็มเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำในด้านการเติบโตและการรอดของสัตว์ทะเล เพราะความเค็มมีผลต่อการปรับสมดุลย์อิออนในร่างกายของสัตว์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้ในช่วงความเค็มที่เหมาะสมเท่านั้น หากสัตว์ทะเลเผชิญช่วงความเค็มที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่ออัตรารอด การพัฒนาของสัตว์ตั้งแต่ระยะปฏิสนธิจนถึงโตเต็มวัย และทำให้สัตว์เติบโตผิดปกติ ซึ่งถ้าหากเกิดการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันเกิน 4 ส่วนในพัน อาจส่งผลให้สัตว์น้ำตาย (Davenport, 1972; Burton, 1983) นอกจากนี้ความสามารถในการทนทานความเค็มของสัตว์แต่ละชนิดนั้นยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการสัมผัสความเค็มที่เปลี่ยนแปลง (Blanchard and Grosell, 2006; Widmeyer and Bendell-Young, 2007) หากสัตว์เผชิญความเค็มที่ไม่เหมาะสมและไม่สามารถปรับสมดุลภายในร่างกายได้ สัตว์ที่เคลื่อนที่ได้เร็ว มักอพยพไปอยู่บริเวณที่มีความเค็มเหมาะสมกว่า ส่วนสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ช้า เช่น สัตว์หน้าทะเล หน้าดินอาจมีการปรับตัวโดยปิดเปลือกแน่นและหรือฝังตัวในดิน (อนุวัฒน์ และ กฤติพล, 2539; Thomson and Pritchard, 1969; Vernberg and Vernberg, 1972) แต่หากความเค็มเปลี่ยนแปลง อย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลานานอาจส่งผลให้สัตว์พิการหรือตายได้ (Davenport, 1972)

ความผันแปรของความเค็มและอุณหภูมิส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และกิจกรรมการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหลายๆชนิด (Kinne, 1964) หอยในกลุ่ม Pectinids โดยทั่วไปมักปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความเค็ม หรืออุณหภูมิ ได้น้อยกว่าหอยสองฝากลุ่มอื่นๆ เช่น พวกหอย oysters, clams และ mussels ความเค็มจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของหอยเชลล์ในธรรมชาติ การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเค็มต่อการแพร่กระจายของหอยเชลล์ หรือชนิดของหอยเชลล์ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้พบว่ายังมีน้อยมาก หอยเชลล์ส่วนใหญ่มักพบอาศัยอยู่ในทะเลซึ่งน้ำมีความเค็มสูง เช่น หอยเชลล์ชนิด *A. gibbus* (Allen and Costello, 1972) และหอยเชลล์ชนิด *C. opercularis* (Paul, 1980b) ซึ่งไม่สามารถดำรงชีวิตรอดอยู่ได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็มลดลง โดยหอยเชลล์ชนิด *A. gibbus* พบอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเค็มน้ำค่อนข้างคงที่และมีความเค็มอยู่ในช่วง 31-37 ส่วนในพัน (Allen and Costello, 1972) ส่วนหอยเชลล์ชนิด *C. Opercularis* พบแพร่กระจายอยู่ในบริเวณที่มีความเค็ม 30 ส่วนในพัน นอกจากนี้รายงานของ Ursin (1956) ยังพบว่าหอยเชลล์ Queen scallops ไม่สามารถทนอยู่ได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพันได้เช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาของ Robert (1978) พบว่าหอยเชลล์ Bay scallops มีความทนทานต่ำต่อน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำ และพบว่ามีอัตราการรอดตายลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Mercaldo and Rhodes, 1982) ซึ่งในการศึกษาทดลองพบว่ามีการตายสูงสุดเมื่อน้ำทะเลมีความเค็มต่ำอยู่ที่ 0, 5 และ 10 ส่วนในพัน ที่อุณหภูมิสูง 19 และ 24 องศาเซลเซียส โดยสามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุการตายของประชากรหอยเชลล์ในธรรมชาติเกิดในช่วงที่มีน้ำจืดไหลลงทะเลอย่างมาก

ในการศึกษาของ Paul (1980b) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอุณหภูมิของหอยเชลล์ *C. opercularis* พบว่าที่ช่วงความเค็ม 16-28 ส่วนในพันส่วน หลังจากเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง หอยเชลล์จะเริ่มตาย โดยพบว่าการตายเพิ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นและพบว่าหอยเชลล์ที่มีขนาดเล็กสามารถทนได้ดีกว่าหอยเชลล์ขนาดใหญ่ แต่ในทางตรงกันข้ามจากการศึกษาของ Yamamoto (1956) ในหอยเชลล์ *Patinopecten yessoensis* พบว่าหอยเชลล์ที่มีขนาดเล็กสามารถทนได้น้อยกว่าหอยเชลล์ที่ตัวโตกว่า โดยลูกหอยเชลล์มีการตอบสนองและมีประสิทธิภาพการทำงานของซิเลียหยุดลง เมื่อค่อยๆลดความเค็มของน้ำให้มีความเค็มเท่ากับ 75% ของความเค็มปกติ แต่พบว่าหอยเชลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าสามารถทนอยู่รอดได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 60% ของความเค็มปกติ และพบว่าสามารถทนอยู่ได้ในน้ำที่มีความเค็ม 40% ถึงแม้ว่าจะมีการตายลดลงครึ่งหนึ่งภายในเวลาเพียง 3 ชั่วโมงก็ตาม (Ventilla, 1982)

Mercaldo และ Rhodes (1982) พบว่าหอยเชลล์ bay scallops ระยะตัวเต็มวัยสามารถทนอยู่ได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำเป็นระยะเวลานาน โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งพบว่าสามารถทนอยู่ได้ในน้ำจืดที่มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นานถึง 48 ชั่วโมง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มเป็น 24 องศาเซลเซียส ไม่สามารถทนอยู่ได้ แสดงว่าหอยเชลล์ชนิดนี้สามารถทนอาศัยได้ดีในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำในช่วงฤดูหนาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หอยทะเลในกลุ่มหอยเชลล์สามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับหอยสองฝากลุ่มอื่นๆ เช่น Nell และ Gibbs (2008) ศึกษาความสามารถในการทนความเค็มของหอยสองฝาในออสเตรเลีย พบว่าหอยเชลล์ *Pecten fumatus* ทนได้ในช่วง 25-40 ส่วนในพัน, หอยแครง *Plebidonax deltoids* และ หอยนางรม *Ostrea angasi* ทนได้ในช่วง 20-45 ส่วนในพัน และหอยแมลงภู่ *Mytilus edulis* ทนได้ในช่วง 15-45 ส่วนในพัน ขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความเค็มต่อการตอบสนองทางด้านสรีระวิทยาของหอยสองฝาพบว่ามีผลต่ออัตราการกรองกินอาหาร (Riva and Masse 1983: Villiers *et al*., 1989), การแลกเปลี่ยนออกซิเจน (Bernard 1983), การควบคุมความสมดุลของเกลือแร่ภายในร่ายกาย (Natochin *et al*., 1981) และอัตราการแลกเปลี่ยนตะกอนบริเวณเหงือก (Paparo 1981: Paparo and Dean 1982) ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวนี้ความเค็มจึงน่าจะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่ออัตราการรอด และการเจริญ เติบโตในการเพาะเลี้ยงหอยทะเล

นอกจากนี้ความเค็มยังมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่มีผลทั้งโดยตรงและทางอ้อมต่ออัตราการรอดของลูกหอยและหอยระยะเต็มวัย และยังมีอิทธิพลต่อกระบวนการสืบพันธุ์ เช่น ความสมบูรณ์ของการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ การพัฒนาของตัวอ่อน ช่วงเวลาในการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน และการลงเกาะของลูกหอย (Kinne, 1970) อุณหภูมิที่ต่ำสามารถทำให้ลูกหอยมีการพัฒนาการเติบโตได้ช้า และมีโอกาสเสี่ยงต่อการถูกกินโดยผู้ล่าที่กรองกินแพลงก์ตอน (Dickie, 1955) เช่นเดียวกับ Paul (1980a) ที่ศึกษาอุณหภูมิที่หอย queen scallop (*C. Opercularis*) สามารถทนอยู่ได้ โดยใช้หอยที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 กลุ่มคือ ขนาดความยาวเปลือก 5-10 มิลลิเมตร 30-40 มิลลิเมตร และมากกว่า 60 มิลลิเมตร พบว่าการตายของหอย 50 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 48 ชั่วโมง พบสูงขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 19-25 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับการสะสมอุณหภูมิของหอยแต่ละขนาด โดยพบว่าหอยกลุ่มที่มีขนาดเล็กสุดสามารถทนทานต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าหอยกลุ่มที่มีขนาดใหญ่กว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์ และวิธีการ

อุปกรณ์

1. บ่อซีเมนต์สำหรับเก็บพักน้ำทะเล ขนาด 50 ตัน จำนวน 1 บ่อ
2. บ่อซีเมนต์สำหรับพักเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ ขนาด 2.5 ตัน จำนวน 4 บ่อ
3. ถังไฟเบอร์สำหรับเก็บพักน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ขนาด 1 ตัน จำนวน 1 ใบ
4. ถังไฟเบอร์สำหรับเพาะฟักลูกหอยเชลล์ ขนาด 500 ลิตร จำนวน 6 ใบ
5. ถังพลาสติกสำหรับเก็บพักน้ำทะเลที่ปรับความเค็มแล้ว ขนาด 100 ลิตร จำนวน 6 ใบ
6. ถังพลาสติกสำหรับอนุบาลลูกหอยเชลล์ ขนาด 10 ลิตร จำนวน 30 ใบ
7. พ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* (หัวข้อ 2.3)
8. ลูกพันธุ์หอยเชลล์ระยะวัยอ่อน (veliger larvae) (หัวข้อ 2.6)
9. แพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. (หัวข้อ 2.8)
10. อุปกรณ์สำหรับการเพาะพันธุ์ และการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เช่น ตะแกรงกรองลูกหอย
11. สไลด์นับเม็ดเลือด (Counting chamber)
12. สไลด์นับแพลงก์ตอน (Haemacytometer)
13. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ DO-SCT รุ่น YSI model 85/25 FT
14. กล้องจุลทรรศน์ (Compound microscope)
15. กล้องถ่ายภาพดิจิตอล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การวางแผนการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) โดยใช้ระดับความเค็มของน้ำเป็นชุดการทดลอง (Treatment) และในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ซึ่งการทดลองประกอบด้วย

1.1 การทดลองเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้น

เพื่อศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ (*M. senatoria*) ในน้ำความเค็มระดับต่างๆกัน ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 0 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 2 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 5 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 3 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 10 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 4 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 5 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 20 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 6 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 25 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 7 ใส่แพลงก์ตอนพืช ในน้ำที่มีความเค็ม 30 ส่วนในพัน

โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งแบ่งตามชนิดของแพลงก์ตอนพืช คือ

ครั้งที่ 1 ศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp.
ครั้งที่ 2 ศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Chaetoceros* sp.
ครั้งที่ 3 ศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตแพลงก์ตอนพืชชนิด *Tetraselmis* sp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การทดลองต่อเนื่อง

นำผลการทดลองที่ 1.1 มาใช้ประกอบการทดลองต่อเนื่อง โดยตัดชุดทดลองที่ไม่จำเป็นออก ส่วนชุดทดลองที่เหลือนำมาศึกษาต่อเพื่อศึกษาผลของความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญ เติบโต และอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน โดยศึกษาทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ซึ่งนำมาเพาะพันธุ์ต่างชุดกัน (ตารางที่ 4-6) และในการทดลองแต่ละครั้งแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกหอยเชลล์ ที่ระดับความเค็มของน้ำ 10 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกหอยเชลล์ ที่ระดับความเค็มของน้ำ 15 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกหอยเชลล์ ที่ระดับความเค็มของน้ำ 20 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลลูกหอยเชลล์ ที่ระดับความเค็มของน้ำ 25 ส่วนในพัน
ชุดการทดลองที่ 5 อนุบาลลูกหอยเชลล์ ที่ระดับความเค็มของน้ำ 30 ส่วนในพัน

2. ขั้นตอนการเตรียมการ

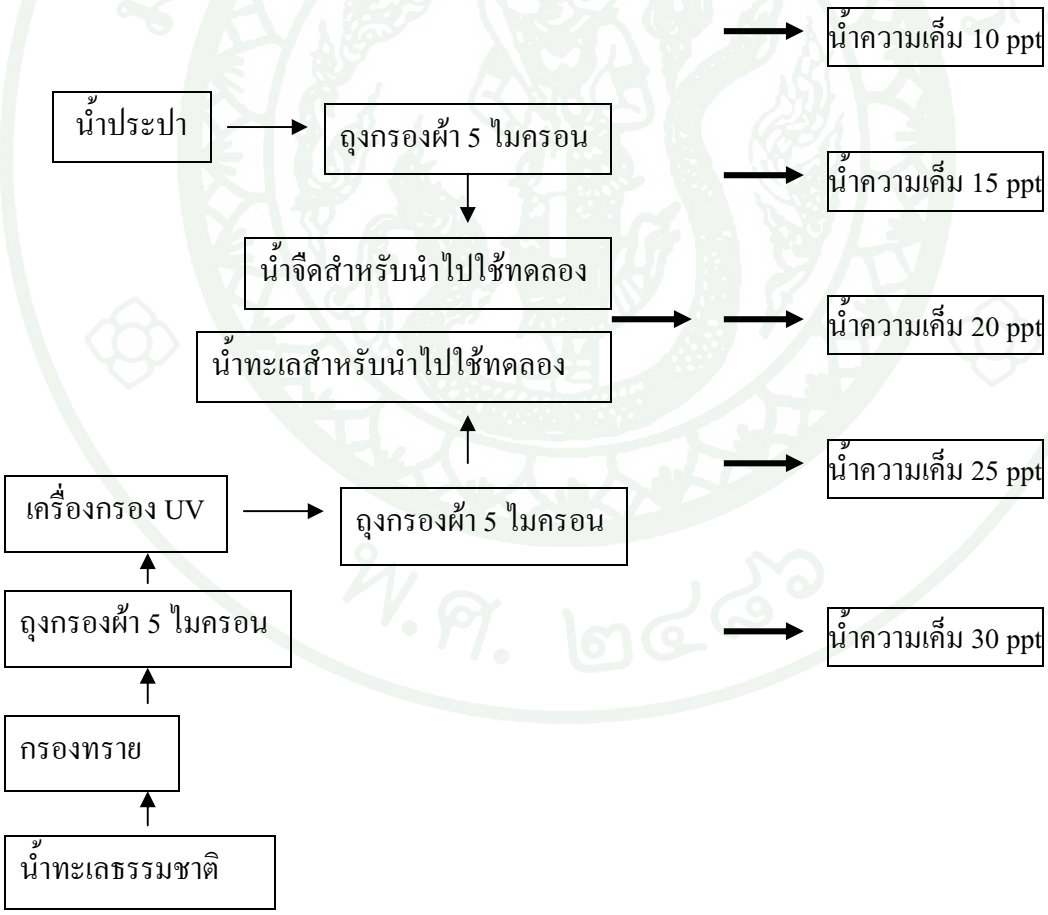
2.1 การเตรียมบ่อทดลอง ถังอนุบาล และอุปกรณ์

เตรียมบ่อซีเมนต์ขนาดความกว้างประมาณ 1.6 เมตร ยาว 1.6 เมตร ลึก 1 เมตร ความจุน้ำประมาณ 2.5 ตัน จำนวน 4 บ่อ สำหรับพักเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ ถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร จำนวน 6 ใบ สำหรับเพาะฟักลูกหอยเชลล์ และถังพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 23 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ปริมาตรความจุ 10 ลิตร จำนวน 30 ใบ สำหรับทดลองอนุบาลลูกหอยเชลล์ พร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หัวทราย สายยาง อุปกรณ์ให้อากาศ ฯ เป็นต้น โดยนำมาล้างทำความสะอาด และผึ่งไว้ให้แห้งพร้อมที่จะนำมาใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การเตรียมน้ำ

สูบน้ำทะเลมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่ประมาณ 50 ตัน เพื่อให้ตกตะกอน จากนั้นสูบผ่านเข้าสู่ระบบถังกรองทราย ผ่านถุงกรองผ้าขนาด 5 ไมโครเมตร และผ่านระบบการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) เก็บพักไว้ในถังขนาด 1 ตัน เตรียมน้ำจืดโดยใช้น้ำประปาที่ผ่านการกรองด้วยถุงกรองผ้าขนาด 5 ไมโครเมตร เก็บพักไว้ในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร และเตรียมน้ำที่ใช้ในการทดลองโดยนำน้ำทะเลที่เตรียมไว้มาเจือจางกับน้ำจืดที่ผ่านการกรองแล้ว ให้ได้ความเค็มเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ตามลำดับ ส่วนน้ำความเค็ม 0 ส่วนในพัน ใช้น้ำจืดที่เตรียมไว้ นำไปเก็บพักไว้ในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร โดยให้อากาศตลอดเวลาและ ปิดไว้อย่างมิดชิด



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมน้ำสำหรับใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์

เก็บรวบรวมพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์จากแหล่งธรรมชาติบริเวณทะเลช่องแสมสาร ต.แสมสาร อ.สัตหีบ และบริเวณหน้าเกาะสาก อ.บางละมุง จ.ชลบุรี ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 จำนวน 5 ครั้ง (ตารางที่ 4) โดยการดำน้ำแบบ Scuba ลงไปเก็บรวบรวมพันธุ์หอยเชลล์ขนาดตัวเต็มวัย (ขนาดความยาวเปลือกประมาณ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป) บริเวณพื้นทะเลความลึก 15-20 เมตร จำนวนประมาณ 200-400 ตัว/ครั้ง นำมาพักเลี้ยงไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2.5 ตัน โดยมีการให้อากาศและสูบน้ำทะเลให้ไหลผ่านตลอดเวลา เพื่อเป็นการปรับสภาพหอยเชลล์ให้อยู่ในสภาวะที่เป็นปกติ และไม่เกิดความเครียด พร้อมที่จะนำไปเพาะพันธุ์ต่อไปได้

ตารางที่ 4 พ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลอง

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	สถานที่เก็บ	จำนวนหอยเชลล์	หมายเหตุ
1	6 สิงหาคม 52	ทะเลช่องแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	183 ตัว	ใช้ทดลองหาข้อมูล
2	14 สิงหาคม 52	ทะเลหน้าเกาะสาก อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	137 ตัว	พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1
3	20 สิงหาคม 52	ทะเลหน้าเกาะสาก อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	298 ตัว	พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1
4	18 กันยายน 52	ทะเลหน้าเกาะสาก อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	316 ตัว	พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2
5	10 พฤศจิกายน 52	ทะเลหน้าเกาะสาก อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	387 ตัว	พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การเพาะพันธุ์

คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ที่สมบูรณ์เพศโดยการกระตุ้นให้หอยเชลล์เปิดฝาแล้วสังเกตอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ของหอยเชลล์ที่มีลักษณะอูม เต่ง ซึ่งเพศผู้จะมีสีขาวครีม ส่วนเพศเมียมีสีเหลืองส้ม นำมาขัดล้างทำความสะอาดเปลือกเพื่อนำเอาสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดบนเปลือกหอยเชลล์ เช่น เพรียง ฟองน้ำ สาหร่าย ฯ เป็นต้น ออกให้หมดก่อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนกับเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเชลล์ หลังจากนั้นนำมากระตุ้นให้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ โดยการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการกระตุ้น 2 วิธี (ตารางที่ 5) คือ วิธีแรกนำพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ที่ทำความสะอาดเปลือกเรียบร้อยแล้วมาปล่อยลงในถังไฟเบอร์ขนาดความกว้าง 0.5 เมตร ความยาว 2.0 เมตร และความสูง 0.3 เมตร สำหรับเพาะฟักซึ่งใส่น้ำทะเลสะอาดไว้ท่วมสูงกว่าตัวหอยเชลล์ประมาณ 5 เซนติเมตร โดยไม่มีการให้อากาศ เพื่อกระตุ้นให้หอยเชลล์เกิดความเครียดและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกตามธรรมชาติ และอีกวิธีหนึ่งคือ นำพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ที่ทำความสะอาดเปลือกแล้วมาฉีดกระตุ้นด้วยสารเคมี ซีโรโทนิน (serotonin) เข้าบริเวณกล้ามเนื้อยึดเปลือก เพื่อกระตุ้นให้หอยเชลล์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และให้ผลแน่นอน

ตารางที่ 5 วิธีการเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

พ่อแม่พันธุ์ชุดที่	วัน/เดือน/ปีที่เพาะพันธุ์	วิธีการกระตุ้น	จำนวนพ่อแม่พันธุ์ที่กระตุ้น (ตัว)	ผลการกระตุ้น		
				เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	ไม่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ตัว)
1	25 สิงหาคม 52	ขัดล้างเปลือก	63	8	32	23
2	22 กันยายน 52	ขัดล้างเปลือก + ฉีด serotonin	51	17	30	4
3	15 พฤศจิกายน 52	ขัดล้างเปลือก	98	27	59	12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 การรวบรวม และการผสมเซลล์สืบพันธุ์

เมื่อทำการกระตุ้นจนพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้ว พบว่าสามารถแยกเพศหอยเชลล์ออกจากกันได้ โดยการสังเกตลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งหอยเชลล์เพศผู้จะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาเป็นลักษณะสีขาวข้นคล้ายควันบุหรี่ละลายปนอยู่ในมวลน้ำ ส่วนหอยเชลล์เพศเมียจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาเป็นลักษณะเม็ดเล็กๆสีเหลืองอ่อนๆจนถึงเหลืองเข้มคล้ายตะกอนล่องลอยอยู่ในน้ำ เมื่อสังเกตเห็นพฤติกรรมการเริ่มต้นปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ จึงนำพ่อแม่พันธุ์ที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้วแยกออกมาใส่ในโหลแก้วขนาด 2 ลิตร ที่เติมน้ำทะเลสะอาดไว้พอท่วมตัวหอยโหลละ 1 ตัว เมื่อหอยเชลล์หยุดปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้ว จึงรวบรวมไข่และน้ำเชื้อนำมากรองแยกสิ่งสกปรกผ่านตะแกรง (sieve) เพื่อให้ได้ไข่และน้ำเชื้อที่สะอาด โดยใช้ตะแกรงขนาด 20-25 ไมโครเมตร ในการกรองน้ำเชื้อ และใช้ตะแกรงขนาด 95-105 ไมโครเมตร ในการกรองไข่แยกออกจากสิ่งสกปรก จากนั้นจึงนำไข่และน้ำเชื้อที่กรองสะอาดแล้วมาผสมกัน ในอัตราส่วนที่เหมาะสม (1:1) โดยการนำไปสังเกตดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้มีน้ำเชื้อประมาณ 3-4 ตัว/ไข่ 1 ฟอง จากนั้นสุ่มนับจำนวน และปล่อยลงอนุบาลในถังอนุบาลขนาด 500 ลิตร ที่เตรียมน้ำทะเลสะอาดความเค็ม 30-31 ส่วนในพันไว้แล้ว พร้อมให้อากาศเบาๆ เพื่อรอให้ไข่หอยเชลล์ที่ได้รับการผสมพัฒนาและฟักเป็นตัวลูกหอยเชลล์ ซึ่งใช้เวลาในการฟักนานประมาณ 18 ชั่วโมง จากนั้นจึงรวบรวมลูกหอยเชลล์แรกฟัก (D-shaped) มาทำการทดลองต่อไป

2.6 การเตรียมลูกพันธุ์หอยเชลล์

เมื่อไข่หอยเชลล์ที่ได้รับการผสมเริ่มฟักเป็นตัวลูกหอยวัยอ่อนระยะแรก (D-shaped veliger) จึงรวบรวมลูกหอยเชลล์โดยการกรองลูกหอยผ่านตะแกรงขนาด 105 ไมโครเมตร เพื่อกรองแยกเอาขยะของเสียหรือสิ่งที่ติดปนมากับลูกหอยเชลล์ในมวลน้ำออกจนดูสะอาด จากนั้นจึงนำลูกหอยเชลล์มาสุ่มนับเพื่อหาจำนวนของลูกหอยเชลล์ทั้งหมด (ตารางที่ 6) ด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด (Counting chamber) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำลูกหอยเชลล์ไปแบ่งลงอนุบาลในภาชนะทดลองซึ่งเป็นถังพลาสติกขนาด 10 ลิตร ของแต่ละชุดการทดลองซึ่งเติมน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันไว้ โดยในภาชนะทดลองอนุบาลลูกหอยเชลล์แต่ละใบจะใส่ลูกหอยเชลล์ให้มีความหนาแน่น 3 ตัว/มิลลิลิตร หรือประมาณ 30,000 ตัว/ภาชนะทดลอง 1 ใบ เพื่อเตรียมนำไปปรับลดความเค็มต่อไป

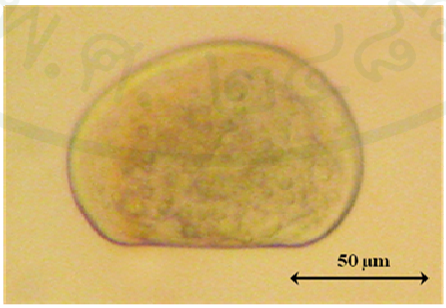
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 จำนวนลูกหอยเชลล์ *Mimachlamys senatoria* ที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในแต่ละครั้ง

พ่อแม่พันธุ์ชุดที่	วัน/เดือน/ปี ที่เพาะพันธุ์	แม่พันธุ์หอย (ตัว)	จำนวนไข่ทั้งหมด (ฟอง)	ลูกหอยแรกฟัก (ตัว)	อัตราฟัก (%)	หมายเหตุ
1	25 สิงหาคม 52	8	3,750,000	980,000	26.13	ความเค็ม 30 ppt อุณหภูมิ 28.5 °C
2	22 กันยายน 52	17	6,820,000	620,000	9.09	ความเค็ม 30 ppt อุณหภูมิ 28°C
3	15 พฤศจิกายน 52	27	21,880,000	7,950,000	36.33	ความเค็ม 30 ppt อุณหภูมิ 28°C

2.7 การปรับสภาพลูกหอยเชลล์

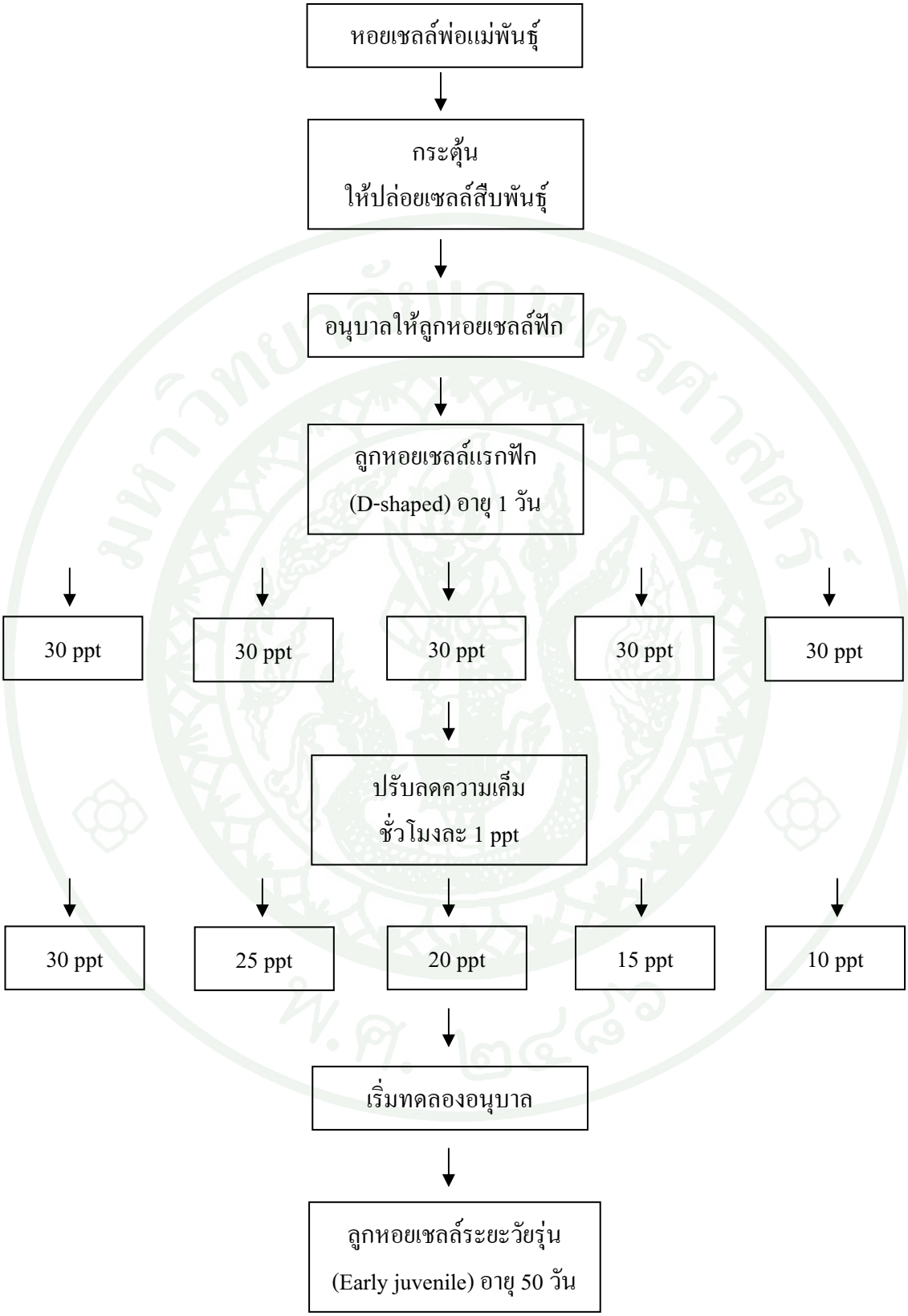
หลังจากแบ่งลูกหอยเชลล์ที่เตรียมไว้ใส่ลงในภาชนะทดลองอนุบาลขนาด 10 ลิตร ถังละประมาณ 30,000 ตัว โดยเริ่มต้นใช้น้ำทะเลที่มีระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน เหมือนกันทุกชุดการทดลองจนเรียบร้อยแล้ว จึงค่อยๆปรับลดระดับความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ลงทุกๆชั่วโมงๆละ 1 ส่วนในพัน จนได้ความเค็มในระดับที่กำหนดไว้ของแต่ละชุดการทดลอง ซึ่งในการทดลองชุดสุดท้ายจะได้ความเค็มของน้ำทะเลในชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 10 ส่วนในพัน จากนั้นจึงเริ่มต้นบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 4 ลูกหอยเชลล์แรกฟัก (D-shaped) อายุ 1 วันที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลอง

ที่มา: สาโรจน์ (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.8 การเตรียมอาหารสำหรับอนุบาลลูกหอยเชลล์

การเตรียมอาหารสำหรับใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ที่ศึกษาทดลอง โดยการเพาะขยายแพลงก์ตอนพืชสำหรับใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกหอยเชลล์ ได้แก่ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. โดยใช้หัวเชื้อแพลงก์ตอนพืชจากห้องปฏิบัติการของสถานีวิจัยประมงศรีราชา จากนั้นนำแพลงก์ตอนพืชที่เจริญเติบโตจนสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้แล้วซึ่งมีอายุนับจากวันที่เริ่มเพาะขยายประมาณ 3-4 วัน โดยนำแพลงก์ตอนพืชมาสังเกตลักษณะเซลล์และนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อคำนวณหาความหนาแน่นเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชชนิดนั้นๆ และนำไปคำนวณหาปริมาตรของแพลงก์ตอนพืชที่จะต้องเติมให้เป็นอาหารลูกหอยเชลล์ตามอัตราความหนาแน่นที่มีการอ้างอิงกำหนดไว้ตามความเหมาะสมของลูกหอยเชลล์ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ดังที่ Nugranad และ Promjinda (1997) รายงานไว้ว่า การอนุบาลลูกหอยเชลล์ *C.* (*Mimachlamys*) *senatoria* พบว่าควรจะต้องมีความเค็มอยู่ในช่วง 33-35 ส่วนในพัน อุณหภูมิประมาณ 27-29 องศาเซลเซียส ใช้ความหนาแน่นของลูกหอยเชลล์ประมาณ 3-5 ตัวต่อมิลลิลิตร สำหรับอาหารที่ใช้ในการอนุบาล ได้แก่ *I. galbana*, *C. calcitrans* เป็นต้น โดยให้ในอัตราส่วน 10,000-25,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 3)

2.9 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ และการให้อาหาร

การเปลี่ยนถ่ายน้ำในภาชนะทดลองอนุบาลลูกหอยเชลล์ของแต่ละชุดการทดลองจะเปลี่ยน 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆวันเว้นวันพร้อมๆกัน ซึ่งวิธีการเปลี่ยนทำโดยการกรองลูกหอยเชลล์จากภาชนะทดลองอนุบาลของแต่ละชุดการทดลองผ่านตะแกรงกรองลูกหอยที่มีขนาดตาเหมาะสมกับการกรองลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะ เพื่อล้างแยกเอาขยะของเสียหรือสิ่งที่ติดปนมากับลูกหอยเชลล์ในมวลน้ำออกจนดูสะอาด จากนั้นนำลูกหอยเชลล์ที่ผ่านการกรองและล้างจนดูสะอาดแล้วมาใส่ลงในภาชนะทดลองอนุบาลชุดใหม่ที่เตรียมไว้ โดยใส่น้ำทะเลซึ่งมีความเค็มระดับเดียวกันกับน้ำทะเลก่อนทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ พร้อมมีการให้อากาศและมีการเติมอาหารให้ในปริมาณที่กำหนดไว้ ซึ่งในวันที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะมีการเติมอาหารให้ใหม่ทุกครั้ง ส่วนวันที่ไม่ได้เปลี่ยนถ่ายน้ำจะมีการสุ่มนับอาหารที่เหลือภายในภาชนะทดลองอนุบาลแต่ละใบก่อนที่จะเติมอาหารเพิ่มทุกครั้ง เพื่อที่จะได้ควบคุมปริมาณอาหารให้มีความหนาแน่นคงที่ในระดับที่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูล

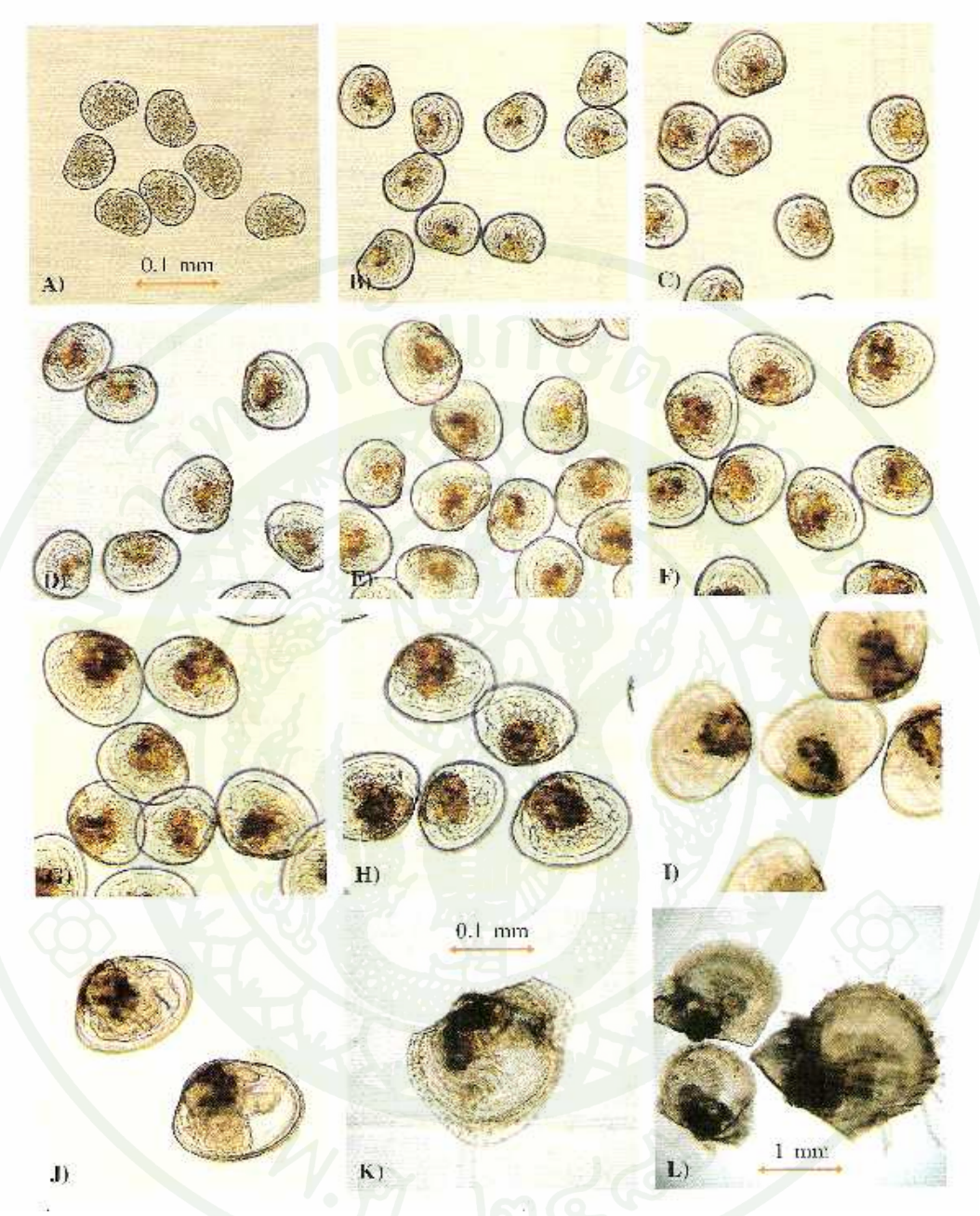
3.1 การตรวจสอบความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด

ในการทดลองเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้น โดยตรวจสอบความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด ที่นำมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ ได้แก่ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. ซึ่งนำมาเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มในระดับต่างๆกัน 7 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพันนั้น ตรวจสอบโดยการสุ่มแพลงก์ตอนพืชในมวลน้ำของแต่ละชุดการทดลองมาตรวจดูการมีชีวิตของแพลงก์ตอนพืช โดยดูการเคลื่อนไหวของเซลล์ในกรณีที่เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดูลักษณะของเซลล์ที่สมบูรณ์ในกรณีที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ และนับจำนวนเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทุกๆ 4 ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง บันทึกผลและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

3.2 การตรวจสอบการพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์

ตรวจสอบการพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ทุกระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาเข้าสู่ระยะพัฒนาการต่างๆ ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ได้แก่ ระยะ D-shaped veligers ในช่วงวันที่ 1-3, ระยะ Umbo ในช่วงวันที่ 5-7, ระยะ Pediveligers ในช่วงวันที่ 9-11, ระยะ Settled ในช่วงวันที่ 13-15, ระยะ Spat ในช่วงวันที่ 21, ระยะ Spat ในช่วงวันที่ 30 และระยะวัยรุ่น (Early juveniles) ในช่วงวันที่ 50 โดยการปรับปริมาตรของน้ำในภาชนะที่ใส่ลูกหอยให้เหลือประมาณ 50-400 มิลลิลิตร แล้วใช้ปิเปตสุ่มขึ้นมาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในสไลด์นับเม็ดเลือด (Counting chamber) นำมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการในส่วนต่างๆของลูกหอยเชลล์ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของการพัฒนาการเจริญเติบโต (ภาพที่ 7) พร้อมทั้งวัดขนาดเปลือกของลูกหอยเชลล์ (ภาพผนวกที่ 11) โดยสุ่มลูกหอยเชลล์จากภาชนะทดลองอนุบาลของแต่ละชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำๆละ 30 ตัว (สุ่มจากภาชนะทดลองอนุบาลแต่ละใบๆละ 1 ซ้ำ) บันทึกผลการศึกษาและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 พัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*

A) D-shaped veliger อายุ 18 ชั่วโมง ขนาด 100-105 ไมโครเมตร B) – E) Veligers อายุ 2-5 วัน ตามลำดับ F) – H) Umbo-veligers อายุ 6-8 วัน ตามลำดับ I) Pediveligers อายุ 9 วัน ขนาด 200-210 ไมโครเมตร J) Setting อายุ 11 วัน K) Straight hinge spats อายุ 17 วัน ขนาด 300-600 ไมโครเมตร L) Spats อายุ 30 วัน เริ่มมี statocysts และ radial ribs

ที่มา: จินตนา (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 การตรวจสอบอัตราการรอดตาย

การตรวจสอบอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์จะตรวจดูทุกๆระยะการพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ในช่วงระหว่างที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในภาชนะอนุบาลของแต่ละชุดการทดลอง โดยการปรับปริมาตรของน้ำในภาชนะที่ใส่ลูกหอยให้เหลือประมาณ 50-400 มิลลิลิตร แล้วใช้ปิเปตสุ่มขึ้นมาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงสไลด์นับเม็ดเลือด (Counting chamber) แล้วนำมานับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อคำนวณหาจำนวนลูกหอยเชลล์ที่เหลือรอดในภาชนะอนุบาลของแต่ละชุดการทดลอง โดยสุ่มนับจำนวนลูกหอยเชลล์ภาชนะทดลองละ 3 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของแต่ละชุดการทดลอง และเมื่อการทดลองของแต่ละชุดการทดลองสิ้นสุดลงทำการคำนวณหาอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองอีกครั้ง บันทึกผลและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

อัตราการรอดตาย (Survival Rate : S.R.) คำนวณหาโดยใช้สูตร

$$\% \text{ S.R.} = (N_t/N_o) \times 100$$

เมื่อ : N_t = จำนวนหอยเชลล์ที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

N_o = จำนวนหอยเชลล์ที่เหลือเมื่อเริ่มการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ

ตลอดการศึกษาจะทำการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำในภาชนะทดลองอนุบาลลูกหอยเชลล์ทุกๆใบของแต่ละชุดการทดลอง โดยการสุ่มตรวจวัดความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ บริเวณกลางน้ำในเวลา 10.00-11.00 นาฬิกา ทุกๆวัน และตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ และแอมโมเนีย ตามระยะเวลาที่ลูกหอยเชลล์มีการเปลี่ยนแปลงระยะการเจริญเติบโต ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater) กำหนดโดย APHA, AWWA และ WEF (1998) ซึ่งมีดังนี้

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	โดย pH meter Hach Sension 3
อุณหภูมิ (^{o}C)	โดยเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ DO-SCT รุ่น YSI model 85/25 FT
ความเค็ม (ppt)	โดยเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ DO-SCT รุ่น YSI model 85/25 FT
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	โดยเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ DO-SCT รุ่น YSI model 85/25 FT
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	โดยวิธี Koroleff's Indophenol blue method
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	โดยวิธี Colorimetric method

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตรารอด โดยวิธีวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ (SPSS for window Version 7.1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่ : สถานีวิจัยประมงศรีราชา ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลา : ตั้งแต่ ตุลาคม 2551 ถึง ธันวาคม 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์การศึกษา

1. ผลการทดลองเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้น

จากการทดลองเพื่อศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด คือ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. สำหรับนำไปใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ระยะวัยอ่อนจนถึงระยะวัยรุ่น ในน้ำที่มีระดับความเค็มต่างกัน 7 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง โดยทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ได้ผลการศึกษาดังนี้

1.1 แพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp.

การทดสอบความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp. ที่มีจำนวนเซลล์เริ่มต้นเฉลี่ย 45.00±0.00 เซลล์/มิลลิลิตร หรือ คิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $2.50x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำระดับความเค็มต่างกัน 7 ระดับ เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเค็ม 0 ส่วนในพัน ตรวจไม่พบเซลล์ของ *Isochrysis* sp. ตั้งแต่ครั้งแรก (ชั่วโมงที่ 4) ที่ตรวจนับเซลล์เป็นต้นมาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ชั่วโมงที่ 24) ส่วนที่ระดับความเค็ม 5 ส่วนในพัน พบว่าในช่วง 12 ชั่วโมงแรก คือ ชั่วโมงที่ 4, 8 และ 12 ตรวจพบจำนวนเซลล์เฉลี่ยเหลืออยู่น้อยมาก คือ 4.00±1.73, 2.00±1.00 และ 0.67±0.58 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.22x10^4$, $0.11x10^4$ และ $0.04x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากนั้นตรวจไม่พบเซลล์ของ *Isochrysis* sp. จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ในขณะที่ระดับความเค็มอื่นๆ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน พบว่ายังคงตรวจพบเซลล์ของ *Isochrysis* sp. เหลืออยู่ตั้งแต่ครั้งแรกที่ตรวจนับเซลล์จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งจำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Isochrysis* sp. ที่ตรวจพบในความเค็มแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันออกไปเรียงตามลำดับจากน้อยไปมาก คือ ที่ระดับความเค็ม 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ตามลำดับ โดยมีจำนวนเซลล์เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 2.33±1.53, 5.33±0.58, 8.33±0.58, 16.30±0.58 และ 16.30±1.15 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.13x10^4$, $0.3x10^4$, $0.46x10^4$, $0.91x10^4$ และ $0.91x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

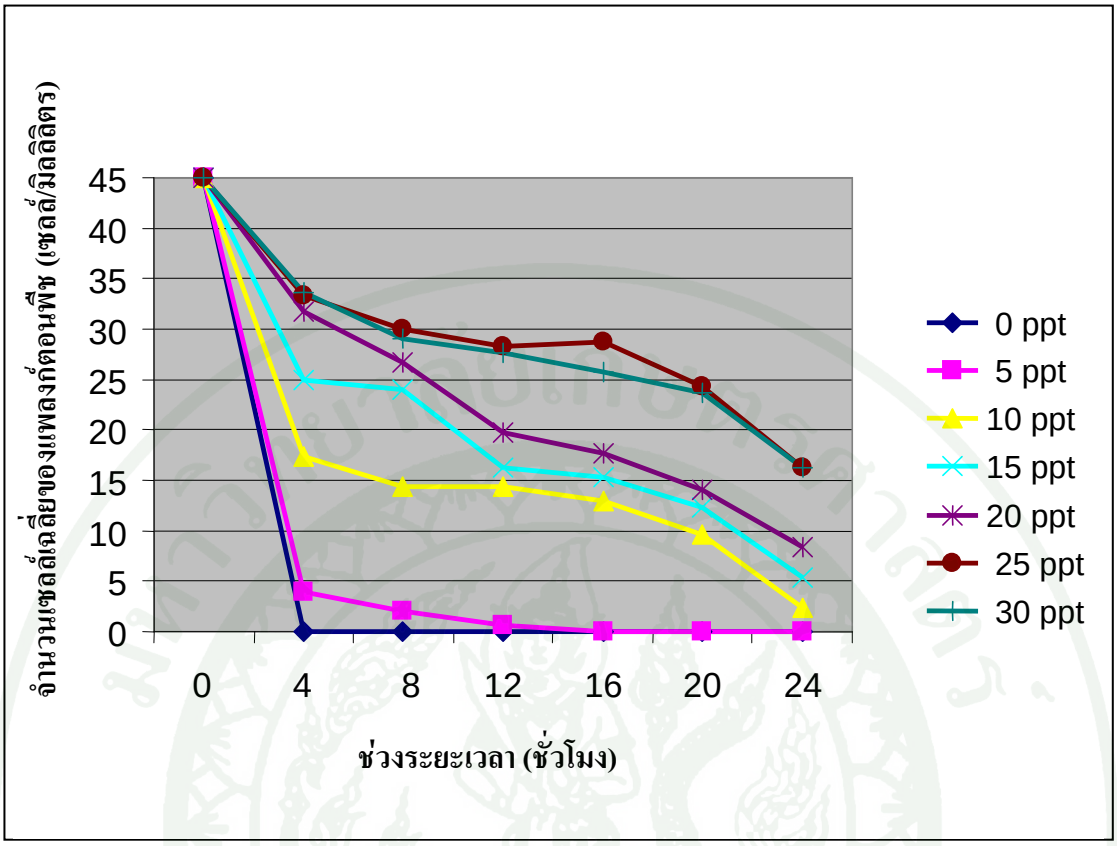
เมื่อนำข้อมูลจำนวนเซลล์ของ *Isochrysis* sp. ที่เหลืออยู่ ณ ช่วงเวลาต่างๆกันมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความเค็มต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนเซลล์ (ความหนาแน่นเซลล์) เฉลี่ยของ *Isochrysis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ (เซลล์/มิลลิลิตร)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	เวลา (ชั่วโมง)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.0±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})
5	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	4.00±1.73^{a} (0.22x10^{4})	2.00±1.00^{a} (0.11x10^{4})	0.67±0.58^{a} (0.04x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})
10	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	17.30±3.20^{b} (0.96x10^{4})	14.30±3.51^{b} (0.79x10^{4})	14.30±2.08^{b} (0.79x10^{4})	13.00±2.65^{b} (0.72x10^{4})	9.67±1.53^{b} (0.54x10^{4})	2.33±1.53^{b} (0.13x10^{4})
15	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	25.00±2.65^{c} (1.39x10^{4})	24.00±2.65^{c} (1.33x10^{4})	16.30±3.61^{bc} (0.91x10^{4})	15.33±2.31^{bc} (0.85x10^{4})	12.30±1.53^{c} (0.68x10^{4})	5.33±0.58^{c} (0.30x10^{4})
20	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	31.70±3.79^{d} (1.76x10^{4})	26.70±2.89^{cd} (1.48x10^{4})	19.67±2.31^{c} (1.09x10^{4})	17.70±4.04^{c} (0.98x10^{4})	14.00±2.65^{c} (0.78x10^{4})	8.33±0.58^{d} (0.46x10^{4})
25	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	33.30±2.52^{d} (1.85x10^{4})	30.00±1.73^{d} (1.67x10^{4})	28.33±0.58^{d} (1.57x10^{4})	28.70±0.58^{d} (1.59x10^{4})	24.30±0.58^{d} (1.35x10^{4})	16.30±0.58^{e} (0.91x10^{4})
30	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	33.70±4.73^{d} (1.87x10^{4})	29.00±1.00^{d} (1.61x10^{4})	27.67±2.52^{d} (1.54x10^{4})	25.70±4.16^{d} (1.43x10^{4})	23.70±1.53^{d} (1.32x10^{4})	16.30±1.15^{e} (0.91x10^{4})

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, d และ e ในคอลัมน์เดียวกัน (แนวตั้ง) ของจำนวนเซลล์ *Isochrysis* sp. ในแต่ละระดับความเค็มที่ตรวจพบเหลืออยู่ในแต่ละช่วงเวลาที่ตรวจวัดที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 จำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Isochrysis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 แพลงก์ตอนพืชชนิด *Chaetoceros* sp.

การทดสอบความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Chaetoceros* sp. ที่มีจำนวนเซลล์เริ่มต้นเฉลี่ย 45.00±0.00 เซลล์/มิลลิลิตร หรือความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $2.50x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำระดับความเค็มต่างกัน 7 ระดับ เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเค็ม 0 ส่วนในพัน ตรวจไม่พบเซลล์ของ *Chaetoceros* sp. ตั้งแต่ครั้งแรก (ชั่วโมงที่ 4) ที่ตรวจนับเป็นต้นมาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ชั่วโมงที่ 24) ส่วนที่ระดับความเค็ม 5 ส่วนในพัน พบว่าในช่วง 12 ชั่วโมงแรกแรก คือ ชั่วโมงที่ 4, 8 และ 12 ตรวจพบจำนวนเซลล์เฉลี่ยเหลืออยู่น้อยมาก คือ 2.00±1.00, 1.67±0.58 และ 0.67±0.58 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.11x10^4$, $0.09x10^4$ และ $0.04x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากนั้นตรวจไม่พบเซลล์ของ *Chaetoceros* sp. จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ในขณะที่ระดับความเค็มอื่นๆ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน พบว่ายังคงตรวจพบเซลล์ของ *Chaetoceros* sp. เหลืออยู่ตั้งแต่ครั้งแรกที่ตรวจนับจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งจำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Chaetoceros* sp. ที่ตรวจพบในความเค็มแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันออกไปเรียงตามลำดับจากน้อยไปมากคือ ที่ระดับความเค็ม 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนเซลล์เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 2.33±0.58, 6.00±1.00, 8.67±1.15, 14.70±3.01 และ 14.30±2.31 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.13x10^4$, $0.33x10^4$, $0.48x10^4$, $0.82x10^4$ และ $0.79x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลจำนวนเซลล์ของ *Chaetoceros* sp. ที่เหลืออยู่ ณ ช่วงเวลาต่างๆกันมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 8)

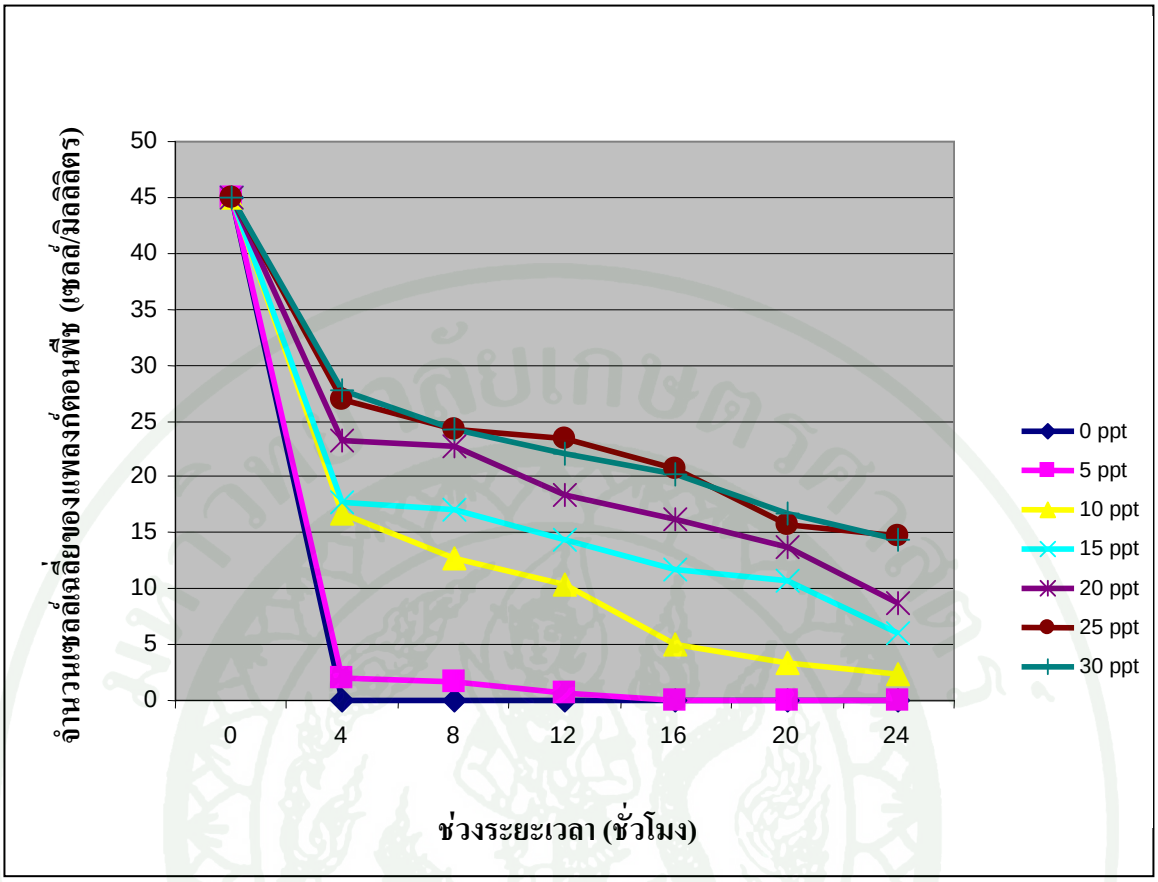
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 จำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Chaetoceros* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ (เซลล์/มิลลิลิตร)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	เวลา (ชั่วโมง)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})
5	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	2.00±1.00^{a} (0.11x10^{4})	1.67±0.58^{a} (0.09x10^{4})	0.67±0.58^{a} (0.04x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})
10	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	16.70±1.15^{b} (0.93x10^{4})	12.70±0.58^{b} (0.71x10^{4})	10.33±0.58^{b} (0.57x10^{4})	5.00±1.00^{a} (0.28x10^{4})	3.33±1.15^{a} (0.19x10^{4})	2.33±0.58^{a} (0.13x10^{4})
15	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	17.70±1.53^{b} (0.98x10^{4})	17.00±1.00^{c} (0.94x10^{4})	14.30±2.52^{c} (0.79x10^{4})	11.70±1.15^{b} (0.65x10^{4})	10.70±1.15^{b} (0.59x10^{4})	6.00±1.00^{b} (0.33x10^{4})
20	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	23.30±4.93^{c} (1.29x10^{4})	22.70±4.62^{d} (1.26x10^{4})	18.33±2.52^{d} (1.02x10^{4})	16.30±4.62^{bc} (0.91x10^{4})	13.70±2.08^{bc} (0.76x10^{4})	8.67±1.15^{b} (0.48x10^{4})
25	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	27.00±3.00^{c} (1.50x10^{4})	24.30±2.08^{d} (1.35x10^{4})	23.33±1.53^{e} (1.30x10^{4})	20.70±3.51^{c} (1.15x10^{4})	15.70±3.01^{c} (0.87x10^{4})	14.70±3.01^{c} (0.82x10^{4})
30	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	27.70±3.79^{c} (1.54x10^{4})	24.30±2.52^{d} (1.35x10^{4})	22.00±2.65^{e} (1.22x10^{4})	20.30±4.04^{c} (1.13x10^{4})	16.70±4.73^{c} (0.93x10^{4})	14.30±2.31^{c} (0.79x10^{4})

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, d และ e ในคอลัมน์เดียวกัน (แนวตั้ง) ของจำนวนเซลล์ *Chaetoceros* sp. ในแต่ละระดับความเค็มที่ตรวจพบเหลืออยู่ในแต่ละช่วงเวลาที่ตรวจวัดที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 จำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Chaetoceros* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 แพลงก์ตอนพืชชนิด *Tetraselmis* sp.

การทดสอบความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Tetraselmis* sp. ที่มีจำนวนเซลล์เริ่มต้นเฉลี่ย 45.00±0.00 เซลล์/มิลลิลิตร หรือความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $2.50x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ในน้ำระดับความเค็มต่างกัน 7 ระดับ เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเค็ม 0 ส่วนในพัน ตรวจไม่พบเซลล์ของ *Tetraselmis* sp. ตั้งแต่ครั้งแรก (ชั่วโมงที่ 4) ที่ตรวจนับเป็นต้นมาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ชั่วโมงที่ 24) ส่วนที่ระดับความเค็ม 5 ส่วนในพัน พบว่าในช่วง 24 ชั่วโมง ยังคงตรวจพบจำนวนเซลล์ของ *Tetraselmis* sp. เหลืออยู่แต่มีจำนวนน้อยมาก คือมีจำนวนเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 2.00±2.68 เซลล์/มิลลิลิตร หรือ คิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.11x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ในขณะที่ระดับความเค็มอื่นๆ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน พบว่ายังคงตรวจพบเซลล์ของ *Tetraselmis* sp. เหลืออยู่ตั้งแต่ครั้งแรกที่ตรวจนับจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งจำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Tetraselmis* sp. ที่ตรวจพบในความเค็มแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันออกไปเรียงตามลำดับจากน้อยไปมาก คือ ที่ระดับความเค็ม 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ตามลำดับ โดยมีจำนวนเซลล์เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 10.00±1.00, 14.70± 1.53, 19.70± 3.21, 26.30±1.53 และ 24.70±3.51 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $0.56x10^4$, $0.82x10^4$, $1.09x10^4$, $1.46x10^4$ และ $1.37x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลจำนวนเซลล์ของ *Tetraselmis* sp. ที่เหลืออยู่ ณ ช่วงเวลาต่างๆกันมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของ *Tetraselmis* sp. ที่ระดับความเค็มต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9)

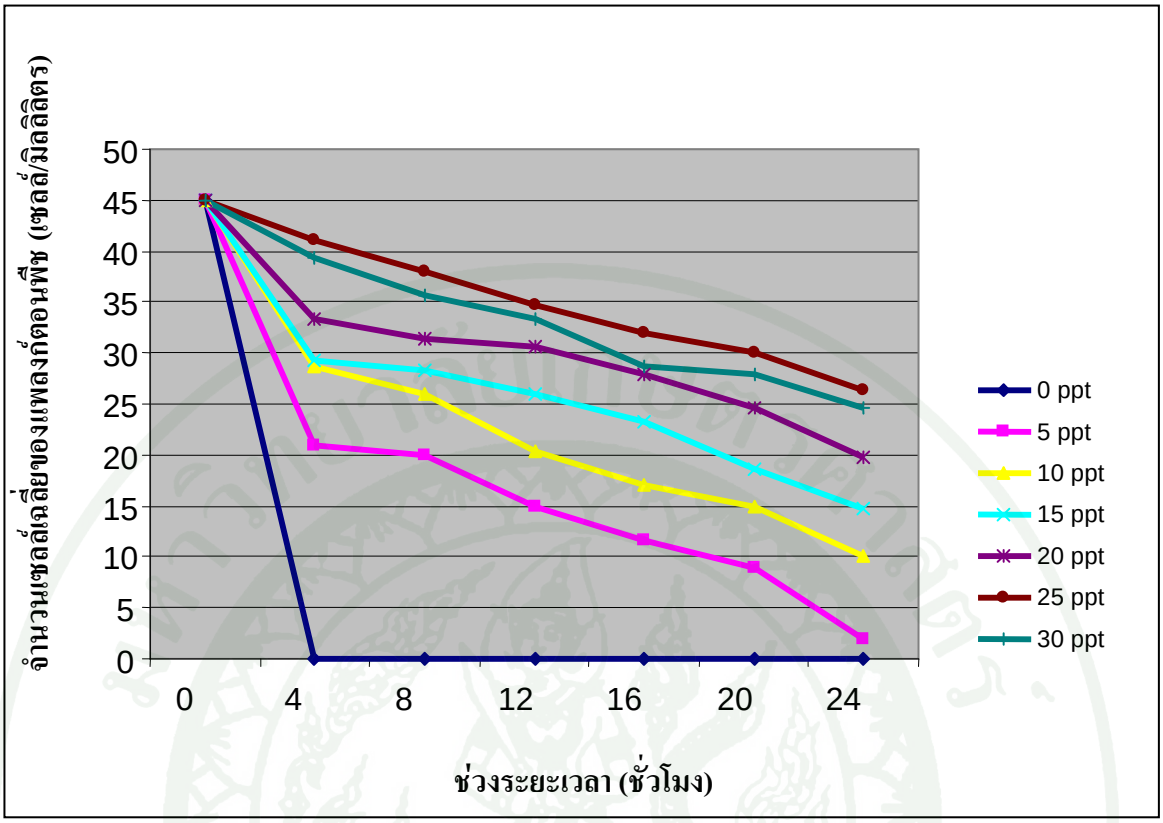
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 จำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Tetraselmis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ชั่วโมงต่างๆ (เซลล์/มิลลิลิตร)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	เวลา (ชั่วโมง)						
	0	4	8	12	16	20	24
0	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})	0.00±0.00^{a} (0.00x10^{4})
5	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	21.00±2.65^{b} (1.17x10^{4})	20.00±2.65^{b} (1.11x10^{4})	15.00±2.65^{b} (0.83x10^{4})	11.70±1.53^{b} (0.65x10^{4})	9.00±1.00^{b} (0.50x10^{4})	2.00±2.68^{a} (0.11x10^{4})
10	45.00±0.0^{a} (2.50x10^{4})	28.70±2.52^{c} (1.59x10^{4})	26.00±3.61^{c} (1.44x10^{4})	20.30±1.53^{c} (1.13x10^{4})	17.00±2.65^{b} (0.94x10^{4})	15.00±3.00^{c} (0.83x10^{4})	10.00±1.00^{b} (0.56x10^{4})
15	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	29.30±3.79^{cd} (1.63x10^{4})	28.30±1.53^{cd} (1.57x10^{4})	26.00±3.61^{d} (1.44x10^{4})	23.30±3.21^{c} (1.29x10^{4})	18.70±2.52^{c} (1.04x10^{4})	14.70±1.53^{c} (0.82x10^{4})
20	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	33.30±2.52^{d} (1.85x10^{4})	31.30±2.52^{de} (1.74x10^{4})	30.67±1.15^{de} (1.70x10^{4})	28.00±2.65^{cd} (1.56x10^{4})	24.70±2.52^{d} (1.37x10^{4})	19.70±3.21^{d} (1.09x10^{4})
25	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	41.00±1.00^{e} (2.28x10^{4})	38.00±4.36^{f} (2.11x10^{4})	34.67±5.51^{e} (1.93x10^{4})	32.00±4.00^{d} (1.78x10^{4})	30.00±2.00^{d} (1.67x10^{4})	26.30±1.53^{e} (1.46x10^{4})
30	45.00±0.00^{a} (2.50x10^{4})	39.30±2.08^{e} (2.18x10^{4})	35.70±3.21^{ef} (1.98x10^{4})	33.30±2.52^{e} (1.85x10^{4})	28.70±4.73^{cd} (1.59x10^{4})	28.00±6.24^{d} (1.56x10^{4})	24.70±3.51^{e} (1.37x10^{4})

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, d, e และ f ในคอลัมน์เดียวกัน (แนวตั้ง) ของจำนวนเซลล์ *Tetraselmis* sp. ในแต่ละระดับความเค็มที่ตรวจพบเหลืออยู่ในแต่ละช่วงเวลาที่ตรวจวัดที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 จำนวนเซลล์เฉลี่ยของ *Tetraselmis* sp. ในระดับความเค็มต่างๆกันที่ตรวจพบเหลืออยู่ ณ ช่วงระยะเวลาต่างๆ (เซลล์/มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาเบื้องต้นเพื่อศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด สำหรับนำมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในน้ำระดับความเค็มต่างๆกัน 7 ระดับ พบว่าที่ระดับความเค็ม 0 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ขณะที่ความเค็ม 5 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชชนิด *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp. ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จนครบ 24 ชั่วโมง และแพลงก์ตอนพืชชนิด *Tetraselmis* sp. สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้น้อยมากในชั่วโมงที่ 24 ส่วนที่ระดับความเค็มอื่นๆ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน พบว่าแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด ยังคงสามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ โดยตรวจพบว่ามีจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิดเหลืออยู่เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แต่มีปริมาณของเซลล์ที่เหลืออยู่แตกต่างกันออกไปตามระดับความเค็มของน้ำคือ ที่ระดับความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน พบจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนทั้ง 3 ชนิด เหลืออยู่มากที่สุด รองลงมาคือ ที่ระดับความเค็ม 20, 15 และ 10 ส่วนในพัน ตามลำดับ

ดังนั้นในการทดลองต่อมา เพื่อศึกษาผลของความเค็มที่ลดลงต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่นอายุ 50 วัน จึงได้กำหนดชุดการทดลองที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 10 ส่วนในพัน ไปจนถึงระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน เนื่องจากผลการทดลองเบื้องต้นที่ศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่รอดของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความเค็ม 0 และ 5 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้จนครบ 24 ชั่วโมง หรือหนึ่งวัน ซึ่งหากนำชุดการทดลองทั้ง 2 ระดับความเค็มมาศึกษาทดลองด้วย อาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาผลของความเค็มต่อการอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้ เพราะผลกระทบที่เกิดกับลูกหอยเชลล์ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาการเจริญเติบโตหรือการตายนั้น อาจไม่ได้มีผลโดยตรงมาจากความเค็มที่ลดลงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่อาจเป็นผลเนื่องมาจากภาวการณ์ขาดอาหารของลูกหอยเชลล์ในระหว่างการทดลองได้เช่นกัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลองมีความผิดพลาดตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลการทดลองต่อเนื่อง

จากข้อมูลผลการศึกษาเบื้องต้น ได้นำผลการทดลองมาใช้ประกอบการทดลองต่อเนื่องเพื่อศึกษาผลของความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่นอายุ 50 วัน ที่อนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ซึ่งนำมาเพาะพันธุ์ต่างชุดกัน (ตารางที่ 4-6) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์

2.1.1 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 1

การศึกษาทดลองในครั้งนี้ใช้ลูกหอยเชลล์ระยะวัยอ่อนแรกฟัก หรือระยะ D-shaped อายุ 1 วัน จากการเพาะพันธุ์ เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2552 (ตารางที่ 5-6) ณ โรงเพาะฟักสถานีวิจัยประมงศรีราชา ซึ่งมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเริ่มต้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 103.00 ±2.54 และ 81.30±2.25 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยผลการทดลองในครั้งนี้ (ตารางที่ 10) ปรากฏว่า

ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้จนถึงอายุ 30 วัน โดยที่ระดับความเค็มนี้ลูกหอยเชลล์มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีกว่าและมีค่าเฉลี่ยของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกสูงกว่าที่ระดับความเค็มอื่นๆทุกช่วงระยะที่มีการพัฒนาการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟัก หรือ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) จนกระทั่งถึงระยะวัยเกล็ด หรือ Spat (อายุ 30 วัน) ซึ่งในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย ซึ่งสามารถสังเกตเห็นเป็นรูปร่างของก้อนเนื้อได้มากกว่าเมื่อเทียบกับลูกหอยเชลล์อายุ 1 วัน ที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมๆคล้ายหยดน้ำมัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะสังเกต เห็นในส่วนของทางเดินอาหารหรือกระเพาะอาหารได้ชัดเจนจากสีของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารที่ลูกหอยเชลล์กรองกินเข้าไป ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่มีสภาพแข็งแรงดี ซึ่งสังเกตได้จากการว่ายน้ำและการกินอาหารจากสีของอาหารในกระเพาะอาหารที่มีสีเข้ม ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 111.20±2.15 และ 88.00 ±2.49 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) ส่วนของเปลือกจะมีความโค้งมากขึ้น มีการพัฒนาในส่วนของกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในมากขึ้น และในระยะนี้จะสามารถสังเกตเห็นส่วนของก้นหอย หรืออัมโบ (Umbo) ที่มีการสร้างขึ้นได้อย่างชัดเจน และพบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ยังดูแข็งแรงดี ลูกหอยเชลล์ระยะนี้มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 120.00±2.94 และ 95.00±3.47 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Pediveligers (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและเริ่มมีการพัฒนา ในส่วนของเท้า (foot) และเริ่มมีจุดตา (eye-spot) บริเวณกลางตัว 1 จุด อย่างเห็นได้ชัด ระยะนี้ลูกหอยเชลล์เริ่มมีจำนวนลดน้อยลง โดยลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 134.00±2.11 และ 120.00±4.08 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) ลูกหอยที่แข็งแรงจะมีการพัฒนาในส่วนของเท้าอย่างชัดเจน เริ่มลงเกาะติดกับพื้นหรือขอบภาชนะทดลองโดยการสร้างเส้นใย (byssus) ในการยึดเกาะและมีการเคลื่อนที่โดยการคืบคลาน ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 146.00±3.94 และ 131.00±3.94 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Spat (อายุ 21 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงซึ่งเหลือรอดอยู่จะสร้างเส้นใย (byssus) เกาะติดกับพื้นหรือขอบภาชนะทดลอง ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 227.50±6.35 และ 208.50±4.12 ไมโครเมตร ตามลำดับ และในระยะ Spat (อายุ 30 วัน) ซึ่งพบว่าลูกหอยส่วนใหญ่เริ่มทยอยตาย แต่ก็ยังคงพบลูกหอยเชลล์ที่ยังแข็งแรงเหลืออยู่โดยลูกหอยเชลล์ระยะนี้มีการพัฒนาในส่วนของเปลือกที่มี การขยายขนาดใหญ่ขึ้น และอวัยวะที่ใช้ในการว่ายน้ำ (velum) จะหายไป ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 295.50±2.84 และ 279.50±3.69 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้ พบว่าลูกหอยเชลล์ที่เหลือรอดอยู่เริ่มอ่อนแอและทยอยตายจนหมด

ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน ในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย แต่พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ค่อนข้างอ่อนแอ ไม่ค่อยกินอาหาร ซึ่งสังเกตได้จากสีของอาหารในกระเพาะอาหารที่ไม่ค่อยเข้ม ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 106.00 ±3.64 และ 83.00±2.49 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่เริ่มทยอยตาย ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีสภาพเป็นเปลือกใสๆและมีโปรโตซัวปะปนอยู่บ้าง ส่วนลูกหอยเชลล์ที่เหลือรอดอยู่ไม่ค่อยแข็งแรง และมีการเจริญเติบโตไม่เปลี่ยนแปลงไปจากระยะเดิมมากนัก ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 111.00±2.84 และ 90.00±2.36 ไมโครเมตร ตามลำดับ และในระยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pediveligers (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่พบเหลือรอดชีวิตอยู่มีจำนวนน้อยมาก ซึ่งมีสภาพอ่อนแอและไม่พัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 112.00±3.50 และ 90.50±2.84 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ที่เหลือรอดอยู่ตายหมด

ที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน ในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) พบว่าลูกหอยส่วนใหญ่ตาย ส่วนที่เหลืออยู่ดูอ่อนแอ ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 103.00±3.54 และ 81.50±2.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ และเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์เหลืออยู่มีจำนวนน้อยมาก และมีสภาพอ่อนแอ ไม่มีการพัฒนาการเติบโต ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 103.00±3.54 และ 82.00±2.58 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยทั้งหมดตาย

ที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน ซึ่งสามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน พบว่าในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่รอดชีวิตอยู่ซึ่งมีจำนวนน้อยมาก มีสภาพอ่อนแอ ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 103.00±2.61 และ 81.00±1.95 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตาย

ที่ระดับความเค็ม 10 ส่วนในพัน พบว่าไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบในครั้งแรกก็พบว่าลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตาย โดยสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีสภาพเป็นเปลือกใสๆและมีโปรโตซัวปะปนอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
30	D-shaped	1-3	111.20±2.15	88.00 ±2.49	แข็งแรง กินอาหารดี ว่ายน้ำดี กล้ามเนื้อพัฒนา
	Umbo	5-7	120.00±2.94	95.00 ±3.47	แข็งแรง กินอาหารดี ว่ายน้ำดี อัมโบ (Umbo)พัฒนา
	Pediveliger	9-11	134.00±2.11	120.00±4.08	แข็งแรง กินอาหารดี ว่ายน้ำดี พัฒนาส่วนเท้า และเริ่มมีจุดตา
	Settled	13-15	146.00±3.94	131.00±3.94	แข็งแรง กินอาหารดี ส่วนเท้าพัฒนา เริ่มคืบคลาน
	Spat	21	227.50±6.35	208.50±4.12	ค่อนข้างแข็งแรง สร้างเส้นใยยึดเกาะกับภาชนะทดลอง
	Spat	30	295.50±2.84	279.50±3.69	ขนาดเพิ่มขึ้น พัฒนาส่วนเหงือกแต่สภาพเริ่มอ่อนแอลง
	Early juvenile	50	-	-	ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
25	D-shaped	1-3	106.00±3.64	83.00±2.49	ไม่ค่อยแข็งแรง ไม่ค่อยกินอาหาร พัฒนากล้ามเนื้อเล็กน้อย
	Umbo	5-7	111.00±2.84	90.00±2.36	อ่อนแอ ไม่ค่อยพัฒนา เริ่มทยอยตาย
	Pediveligers	9-11	112.00±3.50	90.50±2.84	อ่อนแอ ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตาย
	Settled	13-15	-	-	ตายหมด
20	D-shaped	1-3	103.00±3.54	81.50±2.42	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Umbo	5-7	103.00±3.54	82.00±2.58	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Pediveligers	9-11	-	-	ตายหมด
15	D-shaped	1-3	103.00±2.61	81.00±1.95	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Umbo	5-7	-	-	ตายหมด
10	D-shaped	1-3	103.00±2.54	81.30±2.25	ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดลองศึกษาในครั้งนี้ เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในความเค็มต่างกันทั้ง 5 ระดับ มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งขนาดความยาวเปลือก (ตารางที่ 11 และภาพที่ 10) และความสูงของเปลือก (ตารางที่ 12 และภาพที่ 11) ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	103.00±2.54[a]	103.00±2.54[a]	103.00±2.54[a]	103.00±2.54[a]	103.00±2.54[a]
D-shaped (1-3 วัน)	111.20±2.15[a]	106.00±3.64[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]
Umbo (5-7 วัน)	120.00±2.94[a]	111.00±2.84[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]
Pediveliger (9-11 วัน)	134.00±2.11[a]	112.00±3.50[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]
Settled (13-15 วัน)	146.00±3.94[a]	112.00±3.50[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]
Spat (21 วัน)	227.50±6.35[a]	112.00±3.50[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]
Spat (30 วัน)	295.50±2.84[a]	112.00±3.50[b]	103.00±3.54[c]	103.00±2.61[c]	103.00±2.54[c]

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

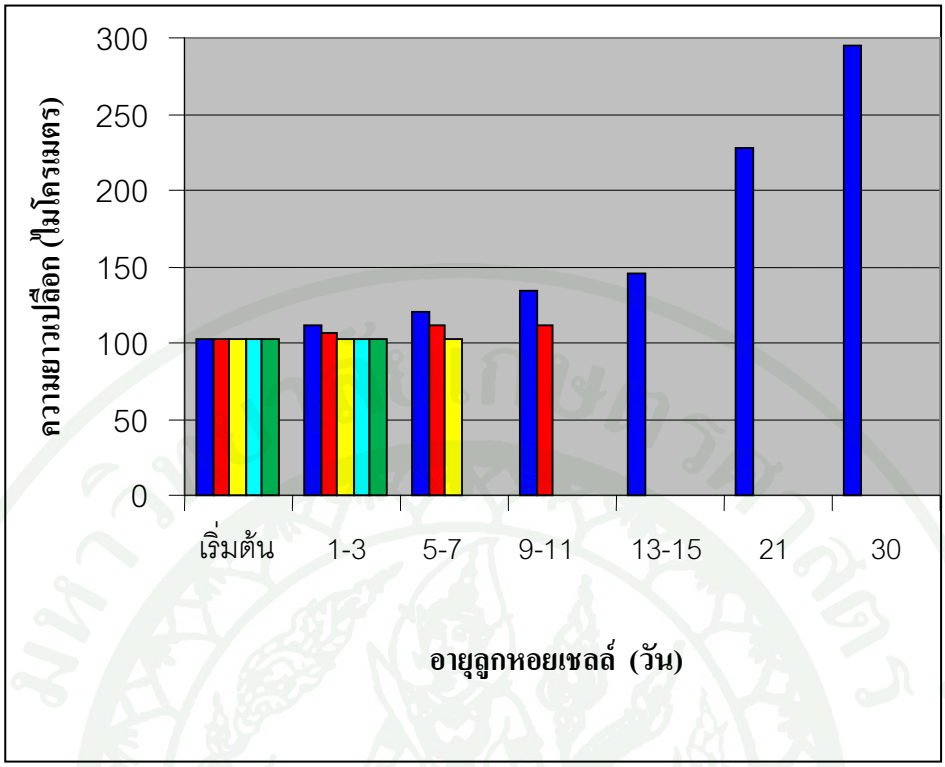
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	81.30±2.25[a]	81.30±2.25[a]	81.30±2.25[a]	81.30±2.25[a]	81.30±2.25[a]
D-shaped (1-3 วัน)	88.00±2.49[a]	83.00±2.49[b]	81.50±2.42[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]
Umbo (5-7 วัน)	95.00±3.47[a]	90.00±2.36[b]	82.00±2.58[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]
Pediveliger (9-11 วัน)	120.00±4.08[a]	90.50±2.84[b]	82.00±2.58[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]
Settled (13-15 วัน)	131.00±3.94[a]	90.50±2.84[b]	82.00±2.58[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]
Spat (21 วัน)	208.50±4.12[a]	90.50±2.84[b]	82.00±2.58[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]
Spat (30 วัน)	279.50±3.69[a]	90.50±2.84[b]	82.00±2.58[c]	81.00±1.95[c]	81.30±2.25[c]

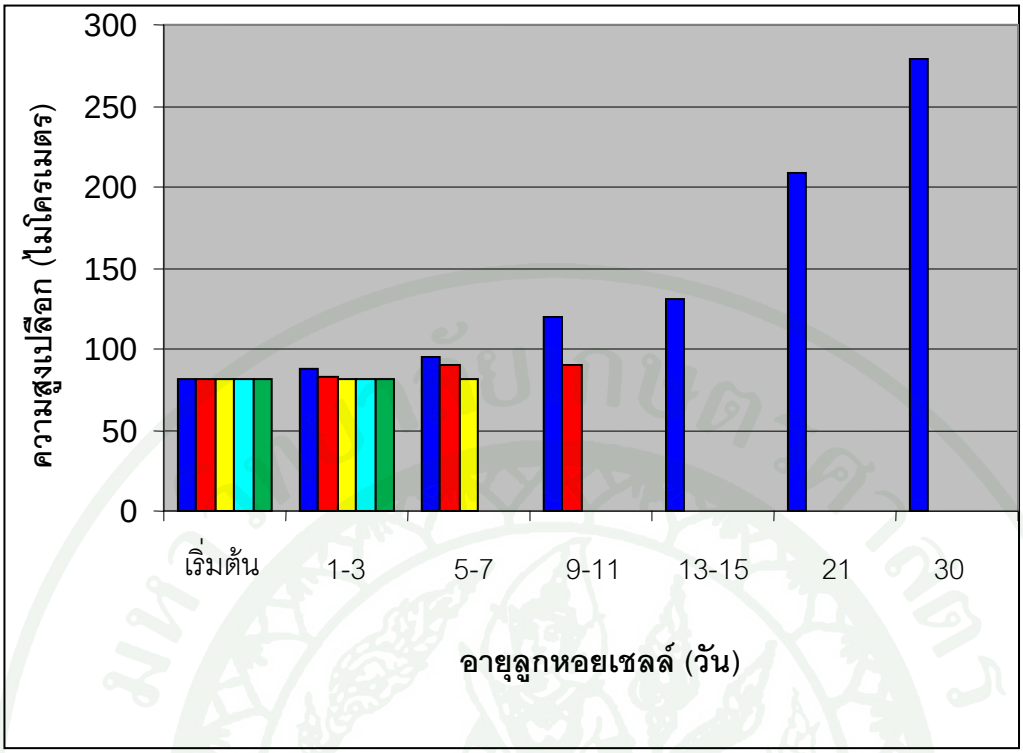
หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 1 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 2

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ลูกหอยเชลล์ระยะ D-shaped อายุ 1 วัน จากการเพาะพันธุ์เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2552 (ตารางที่ 5-6) ณ โรงเพาะฟักสถานีวิจัยประมงศรีราชา ซึ่งมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเริ่มต้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 101.00±1.73 และ 80.20±0.91 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ (ตารางที่ 13) ปรากฏว่า

ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้จนถึงอายุ 21 วัน โดยที่ระดับความเค็มนี้ลูกหอยเชลล์มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีกว่าและมีค่าเฉลี่ยของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกสูงกว่าที่ระดับความเค็มอื่นๆทุกช่วงระยะที่มีการพัฒนาการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟัก หรือ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) จนกระทั่งถึงระยะวัยเกล็ด หรือ Spat (อายุ 21 วัน) โดยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ค่อนข้างแข็งแรงดี ซึ่งสังเกตได้จากการว่ายน้ำ และสีของอาหารในกระเพาะอาหารที่มีสีเข้ม ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 108.00±2.54 และ 84.00±3.81 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงมีการพัฒนาส่วนของก้นหอยหรืออัมโบ (Umbo) มากขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะรูปร่างของลูกหอยเชลล์ ระยะนี้ลูกหอยมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 117.00±2.49 และ 92.00±2.82 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Pediveligers (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์เริ่มอ่อนแอ และมีจำนวนลดลง ส่วนตัวที่ยังแข็งแรงอยู่เริ่มมีการพัฒนาในส่วนของเท้า (foot) และเริ่มมีจุดตา (eye-spot) ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 126.00±3.16 และ 107.00±2.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่เริ่มทยอยตาย ส่วนที่เหลืออยู่มีสภาพอ่อนแอลง แต่ยังมีบางตัวที่สามารถพัฒนาในส่วนของเท้า และเริ่มคืบคลานลงเกาะติดกับพื้นหรือขอบภาชนะทดลองได้ ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 134.00±2.11 และ 115.50±3.69 ไมโครเมตร ตามลำดับ และในระยะ Spat (อายุ 21 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่เหลือรอดอยู่มีสภาพอ่อนแอและเกาะติดอยู่บริเวณก้นของภาชนะทดลอง ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 225.00±4.63 และ 205.63±3.20 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ที่ยังเหลือรอดอยู่เริ่มทยอยตายจนหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน พบว่าในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงมีการพัฒนาส่วนของกล้ามเนื้อ แต่ลูกหอยเชลล์ที่พบส่วนใหญ่ค่อนข้างอ่อนแอ ไม่ค่อยกินอาหาร ซึ่งสังเกตได้จากสีของอาหารในกระเพาะอาหารที่ซีดจาง ระยะนี้ลูกหอยมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 105.00±2.40 และ 82.00±2.49 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่เริ่มทยอยตาย ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีสภาพเป็นเปลือกใสๆและมีโปรโตซัวปะปนอยู่ ส่วนลูกหอยเชลล์ที่เหลือรอดอยู่ไม่ค่อยแข็งแรง และไม่ค่อยพัฒนาการเจริญเติบโต ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 110.00±3.33 และ 87.00±2.58 ไมโครเมตร ตามลำดับ และในระยะ Pediveligers (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่พบเหลือรอดชีวิตอยู่มีจำนวนน้อยมาก ซึ่งมีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่พัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 115.00±5.00 และ 90.00±0.00 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายหมด

ที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน ในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) พบว่าลูกหอยส่วนใหญ่ตาย ส่วนที่เหลืออยู่มีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่ค่อยพัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 102.00±2.42 และ 81.50±2.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ และเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ที่เหลืออยู่มีจำนวนน้อยมากและมีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่มีการพัฒนาการเติบโต ระยะนี้ลูกหอยมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 102.00±2.59 และ 81.30±2.31 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายหมด

ที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน ซึ่งสามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน พบว่าในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่รอดชีวิตมีจำนวนน้อยมาก มีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่พัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 101.00±1.58 และ 80.50±1.58 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายหมด

ที่ระดับความเค็ม 10 ส่วนในพัน ไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อทำการตรวจสอบในครั้งแรกก็พบว่าลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตาย โดยสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีสภาพเป็นเปลือกใสๆและมีโปรโตซัวปะปนอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
30	D-shaped	1-3	108.00±2.54	84.00±3.81	แข็งแรง กินอาหารดี ว่ายน้ำดี กล้ามเนื้อพัฒนา
	Umbo	5-7	117.00±2.49	92.00±2.82	ค่อนข้างแข็งแรง ส่วนอัมโบ (Umbo)พัฒนา
	Pediveliger	9-11	126.00±3.16	107.00±2.42	เริ่มอ่อนแอลง พัฒนาส่วนเท้า และเริ่มมีจุดตา
	Spat	21	225.00±4.63	205.63±3.20	อ่อนแอ เริ่มทยอยตาย เกาะติดก้นภาชนะทดลอง
25	D-shaped	1-3	105.00±2.40	82.00±2.49	ไม่ค่อยแข็งแรง ไม่ค่อยกินอาหาร
	Umbo	5-7	110.00±3.33	87.00±2.58	อ่อนแอ ไม่ค่อยพัฒนา เริ่มทยอยตาย
	Pediveligers	9-11	115.00±5.00	90.00±0.00	อ่อนแอ ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตาย
	Settled	13-15	-	-	ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
20	D-shaped	1-3	102.00±2.42	81.50±2.42	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Umbo	5-7	102.00±2.59	81.30±2.31	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Pediveligers	9-11	-	-	ตายหมด
15	D-shaped	1-3	101.00±1.58	80.50±1.58	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Umbo	5-7	-	-	ตายหมด
10	D-shaped	1-3	101.00±1.73	80.20±0.91	ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในความเค็มต่างกันทั้ง 5 ระดับ มาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งขนาดความยาวเปลือก (ตารางที่ 14 และภาพที่ 12) และความสูงของเปลือก (ตารางที่ 15 และภาพที่ 13) ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	101.00±1.73^{a}	101.00±1.73^{a}	101.00±1.73^{a}	101.00±1.73^{a}	101.00±1.73^{a}
D-shaped (1-3 วัน)	108.00±2.54^{a}	105.00±2.40^{b}	102.00±2.42^{c}	101.00±1.58^{c}	101.00±1.73^{c}
Umbo (5-7 วัน)	117.00±2.49^{a}	110.00±3.33^{b}	102.00±2.59^{c}	101.00±1.58^{d}	101.00±1.73^{d}
Pediveliger (9-11 วัน)	126.00±3.16^{a}	115.00±5.00^{b}	102.00±2.59^{c}	101.00±1.58^{d}	101.00±1.73^{cd}
Settled (13-15 วัน)	134.00±2.11^{a}	115.00±5.00^{b}	102.00±2.59^{c}	101.00±1.58^{d}	101.00±1.73^{d}
Spat (21 วัน)	225.00±4.63^{a}	115.00±5.00^{b}	102.00±2.59^{c}	101.00±1.58^{c}	101.00±1.73^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

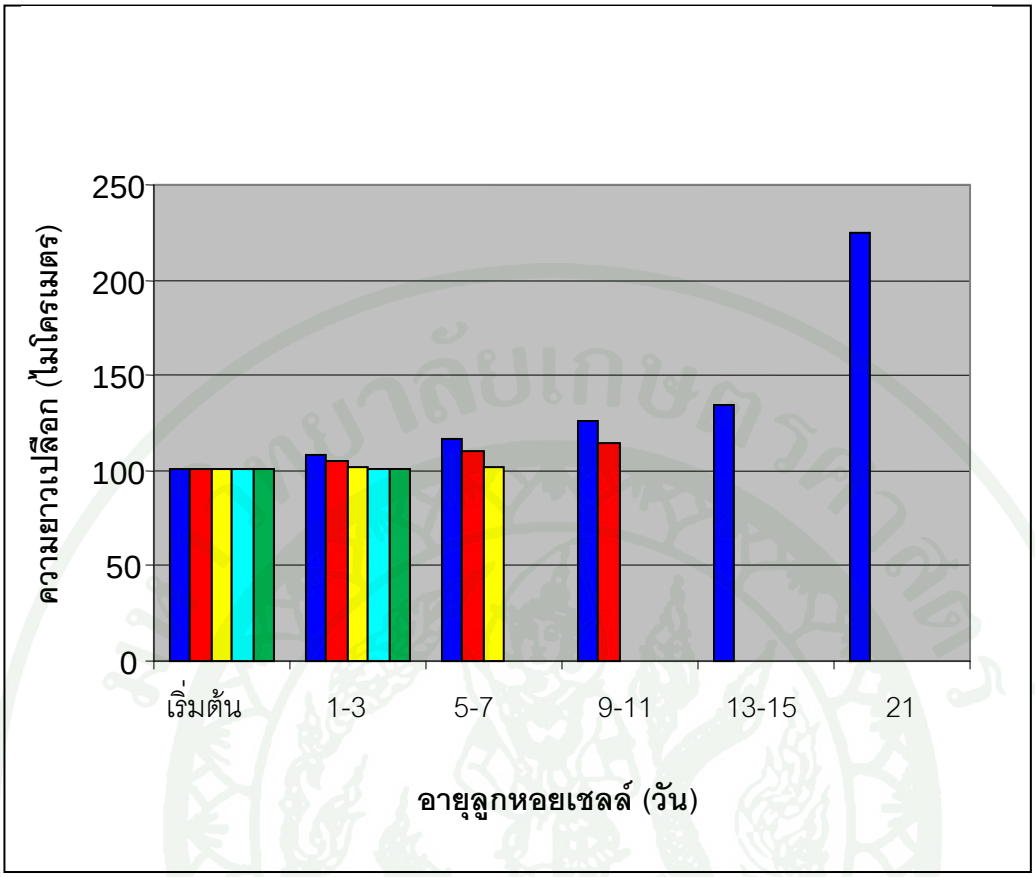
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	80.20±0.91^{a}	80.20±0.91^{a}	80.20±0.91^{a}	80.20±0.91^{a}	80.20±0.91^{a}
D-shaped (1-3 วัน)	84.00±3.81^{a}	82.00±2.49^{b}	81.50±2.42^{bc}	80.50±1.58^{cd}	80.20±0.91^{d}
Umbo (5-7 วัน)	92.00±2.82^{a}	87.00±2.58^{b}	81.30±2.31^{c}	80.50±1.58^{c}	80.20±0.91^{c}
Pediveliger (9-11 วัน)	107.00±2.42^{a}	90.00±0.00^{b}	81.30±2.31^{c}	80.50±1.58^{c}	80.20±0.91^{c}
Settled (13-15 วัน)	115.50±3.69^{a}	90.00±0.00^{b}	81.30±2.31^{c}	80.50±1.58^{c}	80.20±0.91^{c}
Spat (21 วัน)	205.63±3.20^{a}	90.00±0.00^{b}	81.30±2.31^{c}	80.50±1.58^{c}	80.20±0.91^{c}

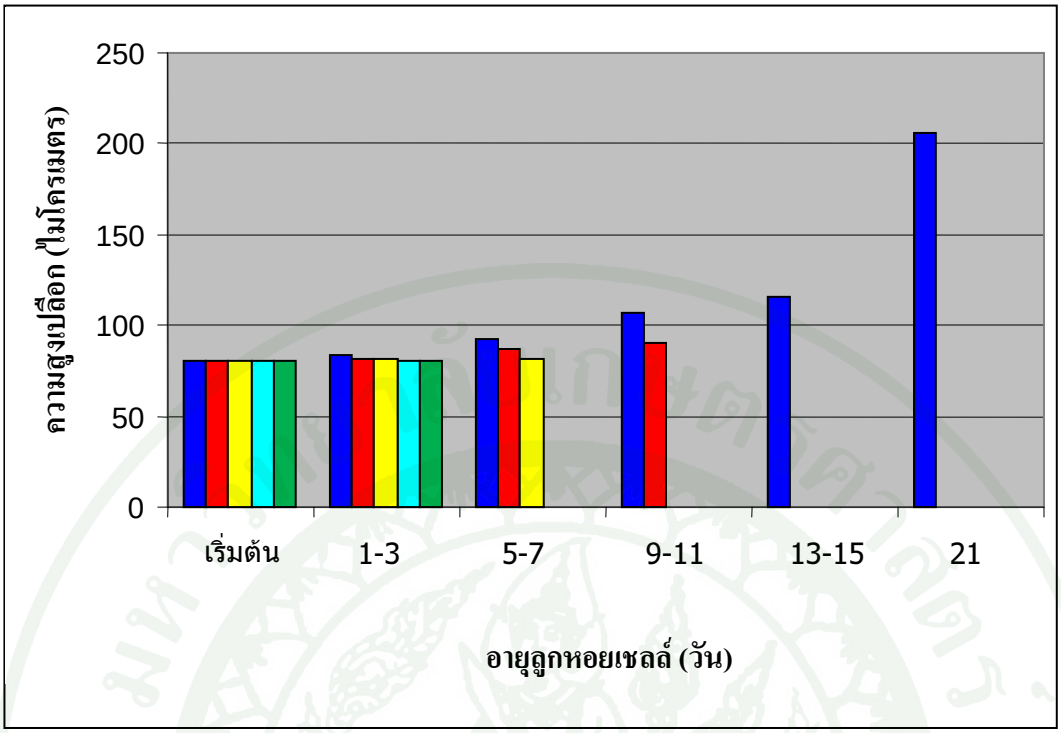
หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 2 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 3

การศึกษาทดลองในครั้งนี้ใช้ลูกหอยเชลล์ระยะ D-shaped อายุ 1 วัน จากการเพาะพันธุ์เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 (ตารางที่ 5-6) ณ โรงเพาะฟักสถานีวิจัยประมงศรีราชา ซึ่งมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเริ่มต้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 103.33±2.40 และ 81.67±2.40 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยผลการทดลองในครั้งนี้ (ตารางที่ 16) ปรากฏว่า

ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้จนถึงอายุ 50 วัน ซึ่งลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันนี้มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีกว่าและมีค่าเฉลี่ยของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกสูงกว่าที่ระดับความเค็มอื่นๆทุกช่วงระยะที่มีการพัฒนาการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟัก หรือ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) จนกระทั่งถึงระยะวัยรุ่น หรือ Early juveniles (อายุ 50 วัน) โดยพบว่าในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย ซึ่งสามารถสังเกตเห็นเป็นรูปร่างของก้อนเนื้อได้มากกว่าเมื่อเทียบกับลูกหอยเชลล์อายุ 1 วัน ที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมๆคล้ายหยดน้ำมัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะสังเกตเห็นในส่วนของทางเดินอาหารหรือกระเพาะอาหารได้ชัดเจนจากสีของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารที่ลูกหอยเชลล์กรองกินเข้าไป ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ในระยะนี้มีสภาพแข็งแรงดีมาก ซึ่งสังเกตได้จากการว่ายน้ำ และการกรองกินอาหารจากสีของอาหารในกระเพาะอาหารที่มีสีเข้ม ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 122.33±4.69 และ 108.00 ±5.81 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าส่วนของเปลือกของลูกหอยเชลล์จะมีความโค้งมากขึ้น มีการพัฒนาในส่วนของกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในมากขึ้น และในระยะนี้จะสามารถสังเกตเห็นส่วนของก้นหอยหรืออัมโบ (Umbo) ที่มีการสร้างขึ้นได้อย่างชัดเจน โดยลูกหอยเชลล์ระยะนี้มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 145.67±5.68 และ 126.00±7.36 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Pediveligers (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์มีขนาดใหญ่ขึ้นและเริ่มมีการพัฒนาในส่วนของเท้า (foot) และเริ่มมีจุดตา(eye-spot) บริเวณกลางตัว 1 จุด อย่างเห็นได้ชัดเจน และลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ยังคงมีสภาพแข็งแรงดี ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 202.00±7.02 และ 178.50±5.89 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่จะมีการพัฒนาในส่วนของเท้าอย่างชัดเจน และเริ่มลงเกาะติดกับพื้นหรือขอบภาชนะทดลองโดยการสร้างเส้นใย (byssus) ในการยึดเกาะและ มีการเคลื่อนที่โดยการคืบคลาน ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 217.00±6.51 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

188.67±4.34 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Spat (อายุ 21 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงส่วนใหญ่จะสร้างเส้นใย (byssus) เกาะติดกับพื้นหรือขอบภาชนะทดลอง และเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น ระยะนี้ลูกหอยมีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 388.33±16.83 และ 376.67±13.85 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Spat (อายุ 30 วัน) ลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงจะมีการพัฒนาในส่วนของเปลือกที่มีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น เริ่มมีร่องและสันบนเปลือก เริ่มมีการพัฒนาส่วนเหงือกที่เห็นได้ชัดเจน และส่วนของอวัยวะที่ใช้ในการว่ายน้ำ (velum) จะหายไป ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 601.67±80.39 และ 688.33±83.75 ไมโครเมตร ตามลำดับ และเมื่อลูกหอยเชลล์เข้าสู่ระยะ Early juveniles (อายุ 50 วัน) พบว่าเปลือกของลูกหอยเชลล์เริ่มมีสีสันเห็นได้ชัดเจนขึ้นขึ้น เปลือกมีร่องและสันชัดเจน มีจุดตาเรียงรายรอบส่วนของแมนเทิล มีหนวดสำหรับรับความรู้สึกยื่นยาวออกมา และเริ่มพัฒนาจนมีลักษณะคล้ายๆหอยเชลล์ตัวเต็มวัย แต่ขนาดยังเล็กกว่ามาก ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 1,783.33±335.37 และ 2,056.67±353.98 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน ในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่มีสภาพแข็งแรงดี มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย และมีการกรองกินอาหารได้ดี ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 118.17±4.64 และ 101.67±6.06 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ยังแข็งแรงดี มีการพัฒนาในส่วนของกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในมากขึ้น และในระยะนี้สามารถสังเกตเห็นมีการพัฒนาส่วนของเปลือกทางด้านอัมโบอย่างเห็นได้ชัดเจน ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 136.17±3.39 และ 116.17±4.86 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงเริ่มมีการพัฒนาในส่วนของเท้า และจุดตา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 168.00±6.77 และ 136.50±4.76 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อลูกหอยเชลล์เข้าสู่ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่เริ่มทยอยตาย และอ่อนแอลง ส่วนลูกหอยเชลล์ที่แข็งแรงจะมีการพัฒนาในส่วนของเท้า และจุดตาอย่างชัดเจน ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 179.17±7.32 และ 156.33±6.01 ไมโครเมตร ตามลำดับ จากนั้นในระยะ Spat (อายุ 21 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่เริ่มตายหมด ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีเปลือกใส และมีโปรโตซัวปะปนอยู่ ส่วนลูกหอยเชลล์ที่เหลืออยู่มีสภาพอ่อนแอ ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 221.00±9.37 และ 203.50±8.83 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน ในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ยังมีสภาพแข็งแรงดี มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย และมีการกรองกินอาหารได้ดี ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 116.17±4.09 และ 91.33±6.69 ไมโครเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อลูกหอยเชลล์พัฒนาเข้าสู่ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่มีสภาพอ่อนแอลง และเริ่มทยอยตายมากขึ้น แต่ก็ยังมีลูกหอยเชลล์ที่ค่อนข้างแข็งแรงเหลืออยู่บ้าง โดยมีการพัฒนาในส่วนต่างๆของกล้ามเนื้อและอวัยวะภายใน และมีการพัฒนาส่วนของอัมโบมากขึ้น ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 126.83±3.59 และ 108.50±2.99 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตาย ส่วนที่เหลืออยู่มีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่ค่อยพัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 135.50±3.69 และ 116.50±2.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อลูกหอยเชลล์เข้าสู่ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) พบว่าลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่ตายหมด ส่วนที่เหลืออยู่ซึ่งมีจำนวนน้อยมาก มีสภาพอ่อนแอ ไม่กินอาหาร และไม่พัฒนา ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 141.50 ± 6.26 และ 120.00±4.08 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายทั้งหมด

ที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน ซึ่งสามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน พบว่าในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) ลูกหอยเชลล์ส่วนใหญ่มีสภาพอ่อนแอ ไม่ค่อยกินอาหาร แต่ก็ยังพบอยู่บ้างที่มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกาย ระยะนี้ลูกหอยเชลล์มีขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 107.50±4.31 และ 82.17±3.39 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากระยะนี้พบว่าลูกหอยเชลล์ตายทั้งหมด

ที่ระดับความเค็ม 10 ส่วนในพัน พบว่าไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบในครั้งแรกก็พบว่าลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตาย โดยสังเกตได้จากลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่มีเปลือกใส และมีโปรโตซัวปะปนอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร)		ลักษณะลูกหอยเชลล์
			ความยาว	ความสูง	
30	D-shaped	1-3	122.33±4.69	108.00±5.81	แข็งแรงดี ว่ายน้ำดี กินอาหารดี กล้ามเนื้อพัฒนาได้ดี
	Umbo	5-7	145.67±5.68	126.00±7.36	แข็งแรงดี กล้ามเนื้อพัฒนาได้ดี พัฒนาส่วนอัมโบดี
	Pediveliger	9-11	202.00±7.02	178.50±5.89	แข็งแรงดี พัฒนาเท้า และเริ่มมีจุดตา
	Settled	13-15	217.00±6.51	188.67±4.34	เท้าพัฒนาดี มีจุดตา ลงคืบคลาน
	Spat	21	388.33±16.83	376.67±13.85	สร้างเส้นใยยึดเกาะ เหงือกเริ่มพัฒนา
	Spat	30	601.67±80.39	688.33±83.75	เหงือกพัฒนา เปลือกเริ่มเป็นร่อง และสัน
	Early juvenile	50	1,783.33±335.37	2,056.67±353.98	เปลือกมีร่อง และมีสีสัน มีจุดตารอบแมนเทิล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
25	D-shaped	1-3	118.17±4.64	101.67±6.06	แข็งแรงดี ว่ายน้ำดี กินอาหารดี กล้ามเนื้อพัฒนาได้ดี
	Umbo	5-7	136.17±3.39	116.17±4.86	แข็งแรงดี กล้ามเนื้อพัฒนาได้ดี พัฒนาส่วนอัมโบ
	Pediveligers	9-11	168.00±6.77	136.50±4.76	ค่อนข้างแข็งแรง พัฒนาเท้า และเริ่มมีจุดตา
	Settled	13-15	179.17±7.32	156.33±6.01	ค่อนข้างแข็งแรง เท้าพัฒนา มีจุดตา
	Spat	21	221.00±9.37	203.50±8.83	อ่อนแอ ไม่พัฒนา ไม่กินอาหาร ส่วนใหญ่ตายหมด
	Spat	30	-	-	ตายหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)	ระยะลูกหอย	อายุ (วัน)	ขนาดเปลือก (ไมโครเมตร) ความยาว	ความสูง	ลักษณะลูกหอยเชลล์
20	D-shaped	1-3	116.17±4.09	91.33±6.69	ไม่ค่อยแข็งแรง กล้ามเนื้อพัฒนาบ้าง
	Umbo	5-7	126.83±3.59	108.50±2.99	เริ่มอ่อนแอลง ไม่ค่อยกินอาหาร
	Pediveligers	9-11	135.50±3.69	116.50±2.42	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Settled	13-15	141.50±6.26	120.00±4.08	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Spat	21	-	-	ตายหมด
15	D-shaped	1-3	107.50±4.31	82.17±3.39	อ่อนแอ ไม่กินอาหาร ไม่พัฒนา ส่วนใหญ่ตายหมด
	Umbo	5-7	-	-	ตายหมด
10	D-shaped	1-3	103.33±2.40	81.67±2.40	ตายหมด

จากการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในความเค็มต่างกันทั้ง 5 ระดับ มาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งขนาดความยาวเปลือก (ตารางที่ 17 และภาพที่ 14) และความสูงของเปลือก (ตารางที่ 18 และภาพที่ 15) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	103.33±2.40[a]	103.33±2.40[a]	103.33±2.40[a]	103.33±2.40[a]	103.33±2.40[a]
D-shaped (1-3 วัน)	122.33±4.69[a]	118.17±4.64[b]	116.17±4.09[b]	107.50±4.31[c]	103.33±2.40[d]
Umbo (5-7 วัน)	145.67±5.68[a]	136.17±3.39[b]	126.83±3.59[c]	107.50±4.31[d]	103.33±2.40[e]
Pediveliger (9-11 วัน)	202.00±7.02[a]	168.00±6.77[b]	135.50±3.69[c]	107.50±4.31[d]	103.33±2.40[e]
Settled (13-15 วัน)	217.00±6.51[a]	179.17±7.32[b]	141.50±6.26[c]	107.50±4.31[d]	103.33±2.40[e]
Spat (21 วัน)	388.33±16.83[a]	221.00±9.37[b]	141.50±6.26[c]	107.50±4.31[d]	103.33±2.40[d]
Spat (30 วัน)	601.67±80.39[a]	221.00±9.37[b]	141.50±6.26[c]	107.50±4.31[d]	103.33±2.40[d]
Early juvenile (50 วัน)	1,783.33±335.37[a]	221.00±9.37[b]	141.50±6.26[c]	107.50±4.31[c]	103.33±2.40[c]

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน)ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

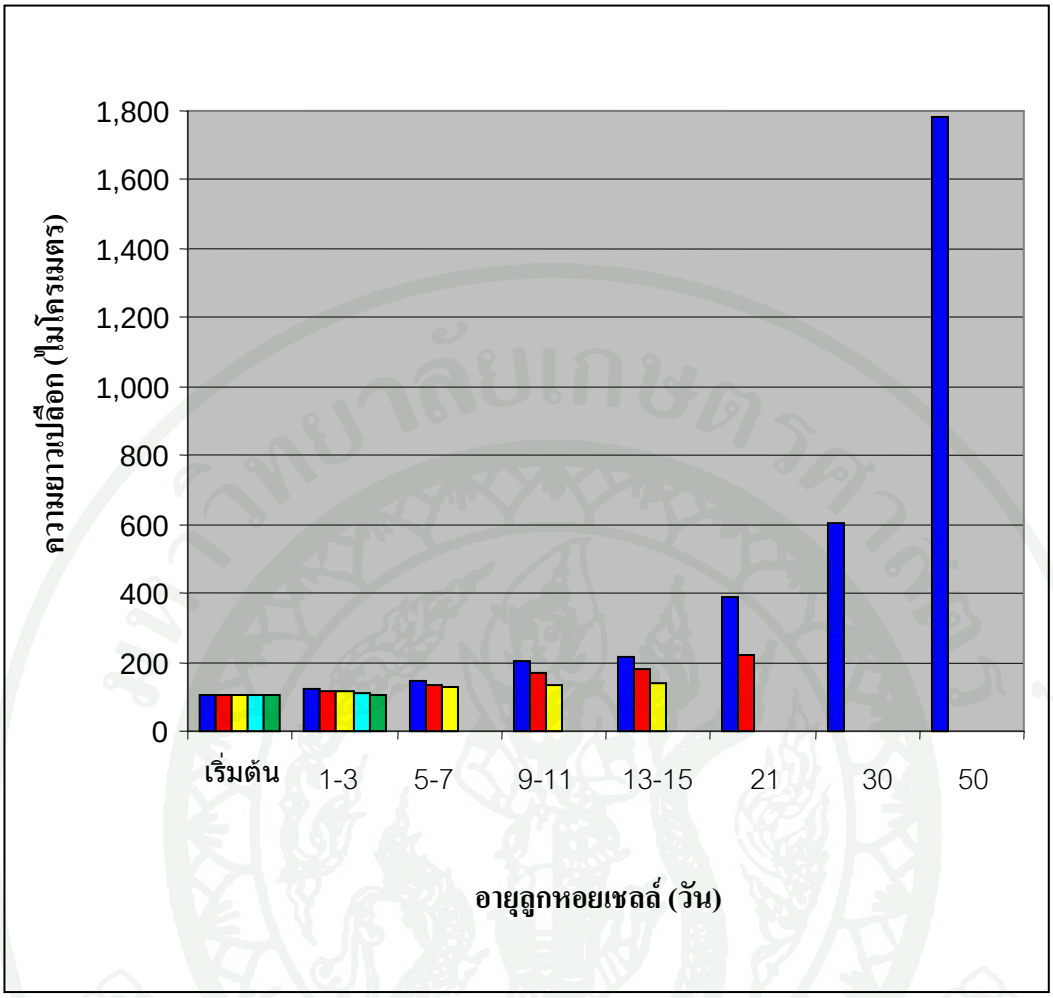
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ขนาดความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	81.67±2.40[a]	81.67±2.40[a]	81.67±2.40[a]	81.67±2.40[a]	81.67±2.40[a]
D-shaped (1-3 วัน)	108.00±5.81[a]	101.67±6.06[b]	91.33±6.69[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Umbo (5-7 วัน)	126.00±7.36[a]	116.17±4.86[b]	108.50±2.99[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Pediveliger (9-11 วัน)	178.50±5.89[a]	136.50±4.76[b]	116.50±2.42[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Settled (13-15 วัน)	188.67±4.34[a]	156.33±6.01[b]	120.00±4.08[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Spat (21 วัน)	376.67±13.85[a]	203.50±8.83[b]	120.00±4.08[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Spat (30 วัน)	688.33±83.75[a]	203.50±8.83[b]	120.00±4.08[c]	82.17±3.39[d]	81.67±2.40[d]
Early juvenile (50 วัน)	2,056.67±353.98[a]	203.50±8.83[b]	120.00±4.08[c]	82.17±3.39[c]	81.67±2.40[c]

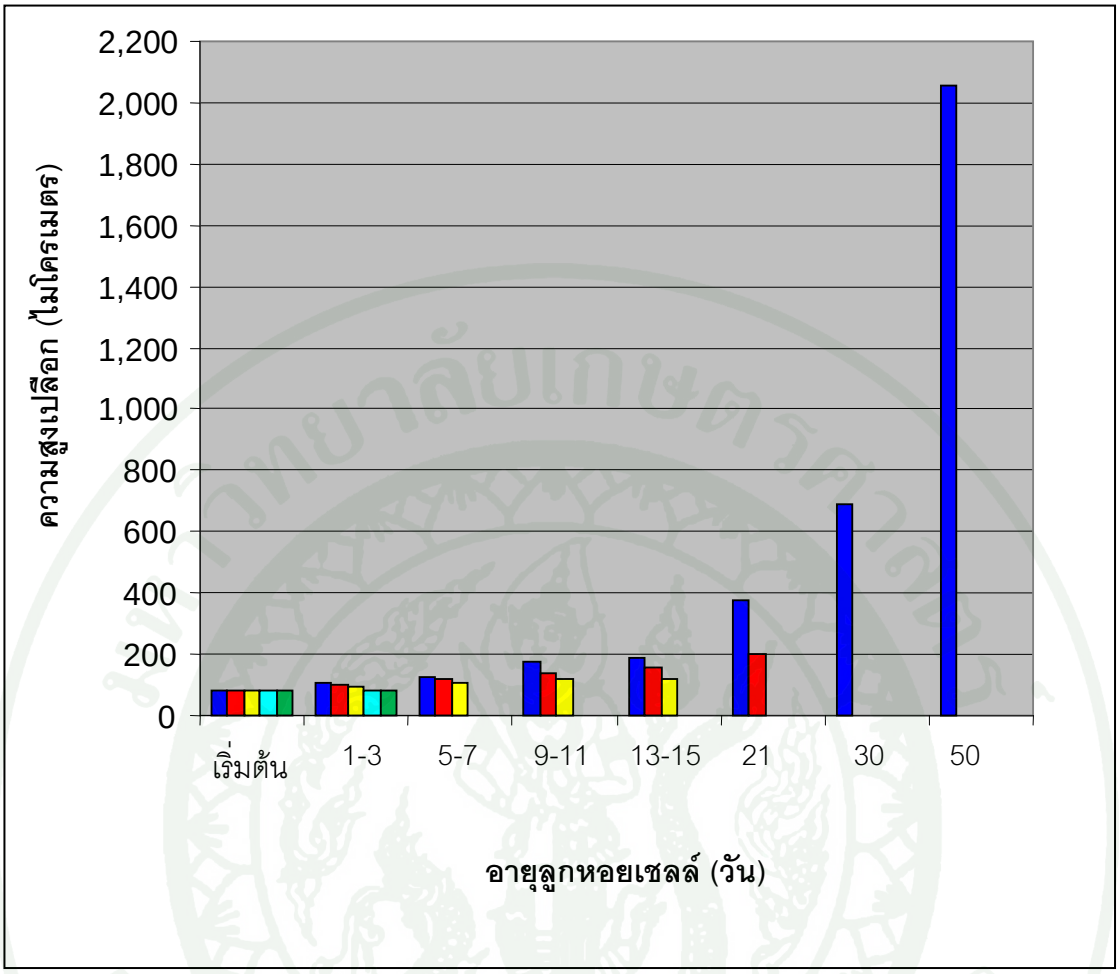
หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 ความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ ชุดที่ 3 ในระดับความเค็มต่างๆกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาการพัฒนาการเจริญเติบโตของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่นอายุ 50 วัน ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน โดยใช้ลูกหอยเชลล์จากการเพาะพันธุ์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ต่างกัน 3 ชุด มาศึกษาทดลองดังกล่าวมาแล้วเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด เมื่อนำมาอนุบาลในน้ำระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน พบว่ามีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ทั้งในส่วนของการพัฒนาเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆภายใน และการพัฒนาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและความสูงของเปลือก ซึ่งสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนจากผลการศึกษาซึ่งใช้ลูกพันธุ์หอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 (ตารางที่ 16 และภาพที่ 16) โดยพบว่าลูกหอยเชลล์ในครั้งนี้มีการพัฒนาตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟัก (D-shaped) อายุ 1-3 วันจนถึงระยะวัยรุ่น (Early juvenile) อายุ 50 วัน ได้อย่างเป็นปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ จินตนา (2550) ที่ได้ทดลองเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* โดยใช้น้ำทะเลความเค็ม 32 ส่วนในพัน (ตารางที่ 1) และยังใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Nugranad และ Promjinda (1997) ที่ทดลองเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ *C.(Mimachlamys) senatoria* โดยใช้น้ำทะเลความเค็ม 33-35 ส่วนในพัน (ตารางที่ 2)

สำหรับผลการศึกษาที่ใช้ลูกพันธุ์หอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 ก็พบว่าลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีกว่าที่ระดับความเค็มอื่นๆที่ปรับลดลงเช่นเดียวกัน แต่ลูกหอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้งสองชุดนี้มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ในช่วงระยะเวลาที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับการพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 โดยลูกหอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 พัฒนาได้ถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 30 วัน (ตารางที่ 10) และลูกหอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 พัฒนาได้ถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 21 วัน (ตารางที่ 13) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลกระทบมาจากสภาพความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ทดลองซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมมาในช่วงเวลาที่ต่างกัน (ตารางที่ 4) ซึ่งอาจมีการพัฒนาที่ยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ ส่งผลให้จำนวนไข่ที่ได้จากการเพาะพันธุ์มีจำนวนน้อย (ตารางที่ 6) รวมทั้งอาจเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของไข่ที่ได้รับการผสมยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ พร้อมที่จะได้รับการผสมและพัฒนาเป็นตัวอ่อน ส่งผลให้ลูกหอยเชลล์ที่ฟักออกมามีจำนวนน้อยและลูกหอยมีสภาพไม่ค่อยแข็งแรงเท่าที่ควร ซึ่งจากการนำลูกหอยเชลล์ระยะแรกฟักก่อนนำไปใช้ทดลองมาสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ก็พบว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 มีสภาพแข็งแรงดีมาก ซึ่งลูกหอยส่วนใหญ่มีการเคลื่อนที่โดยใช้วีลัม (velum) ในการว่ายน้ำ ขณะที่ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 มีสภาพแข็งแรงน้อยกว่า โดยลูกหอยส่วนใหญ่จะนอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อยู่นิ่งๆ ไม่ค่อยว่ายน้ำ มีเพียงการเคลื่อนไหวโบกพัดของวีลัมเพียงเท่านั้น นอกจากนี้วิธีที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ก็อาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของลูกหอยเชลล์ได้เช่นกัน ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นพบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ ไพลิน (2542) ที่ได้รายงานไว้ว่า ในกรณีของตัวอ่อนหอยสองฝาทุกชนิด พบว่าถึงแม้ตัวอ่อนหอยสองฝาจะเกิดจากการวางไข่ครั้งเดียวกันและบางครั้งจากพ่อแม่เดียวกัน และถูกอนุบาลภายใต้สภาวะที่เหมือนกัน แต่ทว่าตัวอ่อนหอยสองฝาแต่ละตัวจะมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมาก และมีช่วงระยะเวลา การเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโครงสร้างจากตัวอ่อนเป็นตัวเต็มวัย (Metamorphosis) ที่แตกต่างกัน ความผิดปกติของตัวอ่อนหอยสองฝาบางชนิดอาจเกิดขึ้นจากสภาพทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมในช่วงเวลาวางไข่ หรือไข่ที่ปล่อยออกมาช้ากว่าช่วงเวลาปกติในฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ รวมทั้งไข่ที่ถูกปล่อยออกมานอกฤดูกาลวางไข่จะทำให้เกิดตัวอ่อนหอยสองฝาที่อ่อนแอ มีการเจริญเติบโตช้าและอัตราการตายสูง ตัวอย่างเช่น ความแข็งแรงของตัวอ่อนหอยนางรม *Ostrea edulis* อาจลดลงระหว่างการเว้นช่วงของฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ เนื่องมาจากการลดลงของอาหารสะสมในร่างกายของหอยพ่อแม่พันธุ์และความแข็งแรงของตัวอ่อนอาจมีผลมาจากปริมาณอาหารสะสมของหอยพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในช่วงการวางไข่

สำหรับลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำระดับความเค็มอื่นๆที่ปรับลดลงพบว่ามีเฉพาะที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน ซึ่งลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้จนถึงระยะลงเกาะ (settlement) หรือ metamorphosis ในขณะที่ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ลูกหอยเชลล์สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะ Umbo เท่านั้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน ซึ่งลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะ Umbo เท่านั้น ในขณะที่ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ลูกหอยเชลล์พัฒนาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและความสูงเปลือกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ไม่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงในส่วนต่างๆ ซึ่งได้ผลเหมือนกับผลการการศึกษาของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1, ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 15 ส่วนในพัน ซึ่งสังเกตเห็นว่าไม่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงการเจริญ เติบโตในส่วนต่างๆของตัวหอย และพบว่ามีการเพิ่มของขนาดความยาวและความสูงของเปลือกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนผลการศึกษาของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1, ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 10 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์ไม่สามารถพัฒนาการเจริญ เติบโตได้ในสภาวะดังกล่าว โดยลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตายภายในวันแรก (ภาพที่ 17)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Christophersen และ Strand (2003) ซึ่งได้ศึกษาผลของการลดความเค็มในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *Pecten maximus* ระยะวัยเกล็ดอายุประมาณ 56 วัน ในช่วงอุณหภูมิที่ต่างกัน 2 ช่วง โดยศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการตาย การสร้างเส้นใยยึดเกาะ (byssus attachment) การสังเกตพฤติกรรม และการกรองกินอาหารของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30, 25 และ 20 ส่วนในพัน เป็นเวลานาน 25 วัน โดยพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ต่ำสุดที่ความเค็ม 20 ส่วนในพัน โดยการเจริญ เติบโตเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และพบว่าที่ความเค็ม 20 ส่วนในพัน หอยเชลล์จะมีเปลือกที่บาง แตกง่าย และไม่มีการสร้างเส้นใยยึดเกาะ ขณะที่ความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีการสร้างเส้นใยยึดเกาะ 20 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเค็ม 30 ส่วนในพัน พบว่าที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หอยเชลล์มีการสร้างเส้นใยยึดเกาะ 55 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส หอยเชลล์มีการสร้างเส้นใยยึดเกาะ 83-97 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังพบว่าลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในระดับความเค็มต่ำมีการเดินเคลื่อนที่น้อยลง และส่วนของแมนเทิล (mantle) จะหดเข้าไปในเปลือกมากขึ้น ดังนั้นกิจกรรมการเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเขตน้ำกร่อย อาจประสบปัญหาลูกหอยเชลล์มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงได้เมื่ออนุบาลในน้ำที่มีความเค็มต่ำกว่า 30 ส่วนในพัน จึงควรหลีกเลี่ยงการเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ *P. maximus* ในบริเวณที่น้ำทะเลมีความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน

ส่วนการศึกษาของ รุ่งทิวา (2550) ซึ่งศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันต่อการพัฒนาและการอยู่รอดของลูกหอยลาย *Paphia undulata* พบว่าหอยลายในแต่ละช่วงวัยที่เลี้ยงในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มโดยฉับพลันมีอัตรารอด การพัฒนาและการเติบโตสูงขึ้น เมื่อเลี้ยงในความเค็มสูงขึ้น โดยช่วงความเค็มที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยลายในระยะ trochophore จนถึงระยะ D-shape คือ 25-35 ส่วนในพัน ส่วนหอยลายในระยะอื่นๆสามารถดำรงชีพได้ดีในช่วงความเค็ม 20-25 ส่วนในพัน แต่หากได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความเค็มที่ลดลงต่ำกว่าร้อยละ 50 ของน้ำทะเลในธรรมชาติ จะส่งผลให้เกิดการตาย การเติบโตช้าลง อาจพิการและไม่สามารถพัฒนาเป็นระยะต่อไปได้ ซึ่งความรุนแรงจากผลกระทบของความเค็มต่อหอยลาย จะรุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่อหอยลายในระยะนั้นๆ ต้องการพลังงานสูง และมีขนาดลำตัวใหญ่ขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลานานในการปรับสมดุลย์ร่างกายจนอาจมีผลทำให้หอยลายตาย นอกจากนี้ยังพบว่าการพัฒนาของหอยลายจาก ระยะ trochophore เป็นระยะ D-shape หอยลายที่เลี้ยงในความเค็ม 15 ส่วนในพัน มีการพัฒนาช้า เคลื่อนที่ช้า และอ่อนแอที่สุด รวมทั้งมีอัตราพิการ อัตราตาย และไม่พัฒนาเป็นระยะต่อไปสูงอีกด้วย รองลงมาคือ หอยลายที่เลี้ยงในความเค็ม 20 ส่วนในพัน และกลุ่มที่มีการพัฒนาดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และแข็งแรงที่สุดคือ หอยลายที่เลี้ยงในความเค็มอื่นที่สูงขึ้นไป โดยพบว่าการพัฒนาสูงสอดคล้องกับการเติบโตสูงเมื่อหอยลายเลี้ยงในความเค็มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการจัดสรรพลังงานให้เพียงพอในการดำรงชีพและเติบโตที่ดีขึ้น และพบว่าการเติบโตของหอยลายที่เลี้ยงในความเค็ม 15 ส่วนในพันมีการเติบโตเพียง 50 % ของหอยลายที่เลี้ยงในน้ำทะเลธรรมชาติ ในขณะที่หอยลายซึ่งเลี้ยงในความเค็มอื่นที่สูงกว่ามีการเติบโตร้อยละ 90-108 ของหอยลายที่เลี้ยงในความเค็มธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลจากการจัดสรรพลังงานในการเติบโตที่มีความเค็มเป็นปัจจัยขัดขวาง เช่นเดียวกับหอยตะโกรมกรามขาว (*Pinctada maxima*) ที่การลดลงของความเค็มส่งผลต่อความจำเป็นในการเติบโต (Toylor, Southgate, and Rose, 2004) จากผลการศึกษาดังกล่าวเบื้องต้น ก็มีความสอดคล้องคล้ายกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งพบว่าหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ที่อนุบาลในน้ำทะเลความเค็มต่ำตั้งแต่ 25 ส่วนในพันลงมา ลูกหอยเชลล์มีการเจริญเติบโตที่ช้าลง ไม่ค่อยมีการพัฒนา และตายหมดในที่สุด

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Duncan (1966; cite in Vernberg and Vernberg, 1972; Vernberg and Vernberg, 1983) ซึ่งพบว่าหอยสองฝาที่เป็นสัตว์ทะเลหน้าดิน จะอ่อนแอ และเคลื่อนที่ช้าเมื่ออยู่ในช่วงความเค็มที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลใกล้เคียงกับลักษณะของหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพันลงมา โดยลูกหอยเชลล์มีลักษณะอ่อนแอ ไม่ค่อยกินอาหาร และไม่พัฒนา

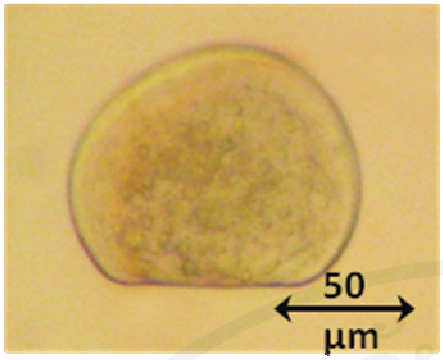
ส่วนการศึกษา Kinne (1967 cite in Vernberg and Vernberg,1972) ซึ่งศึกษาประสิทธิภาพในการกรองอาหารของเหงือกในหอยแมลงภู่ *Mytilus edulis* พบว่าหอยแมลงภู่มีการกรองอาหารต่ำหรือปิดเปลือกในช่วงที่ความเค็มสูงหรือต่ำเกินไป เช่นเดียวกับการศึกษาของ (Vernberg and Vernberg, 1972) ซึ่งพบว่าความเค็มต่ำมีผลต่อการทำงานเหงือก และกระเพาะของหอย Mercenaria และ Modiolus และยังพบว่าความเค็มต่ำจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเหงือกลดลง ซึ่งพบว่ามีผลสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพันลงมา ลูกหอยเชลล์ไม่ค่อยกรองกินอาหาร โดยสังเกตเห็นได้จากสีของกระเพาะอาหารในตัวลูกหอยเชลล์จะมีลักษณะซีดจาง ไม่มีสีเข้มของแพลงก์ตอนพืชที่ให้เป็นอาหารเหมือนกับลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ที่อนุบาลในน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน ส่งผลให้ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน ลงมาไม่มีพลังงานที่จะไปพัฒนาการเจริญเติบโต ทำให้อ่อนแอลง และตายในที่สุด ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

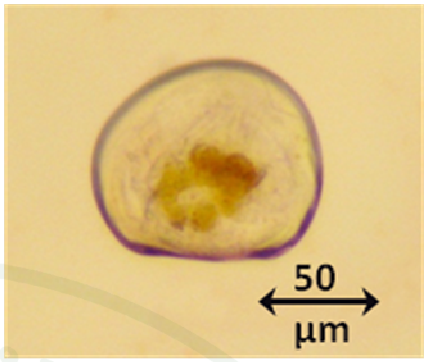
ลงมา จากการศึกษาครั้งนี้ก็น่าจะเป็นผลมาจากความเค็มที่ต่ำเกินไป ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาอนุบาลลูกหอยเชลล์ เพราะอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

นอกจากนี้ในการศึกษาของ Krassoi และคณะ (1997) ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การพัฒนาของหอยเชลล์ *C. asperrima* ลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อความเค็มสูงหรือต่ำกว่าความเค็มในช่วง 31-33 ส่วนในพัน เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Gruffydd และ Beaumont (1972) และการศึกษาของ O'Connor และ Heasman (1998) ซึ่งพบว่าการลดความเค็มส่งผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อน และการเติบโตของลูกหอยในระยะว่ายน้ำ ซึ่งผลการศึกษาก็พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาผลของการลดความเค็มต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ในครั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

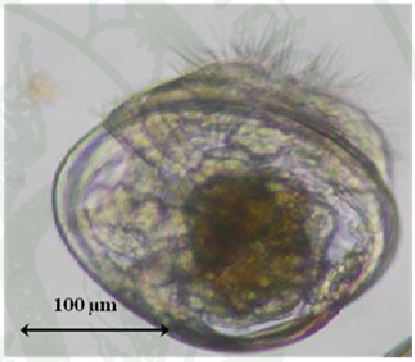


ก. อายุ 1 วัน

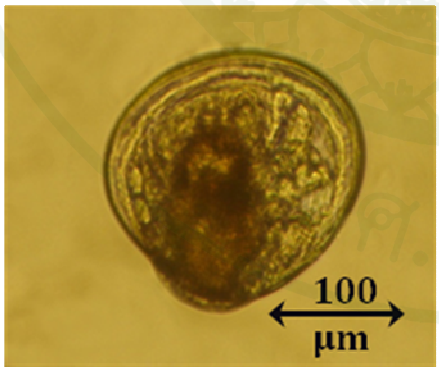


ข. อายุ 3 วัน

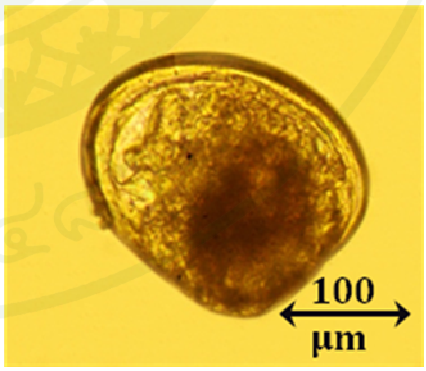
ค. อายุ 5 วัน



ง. อายุ 7 วัน



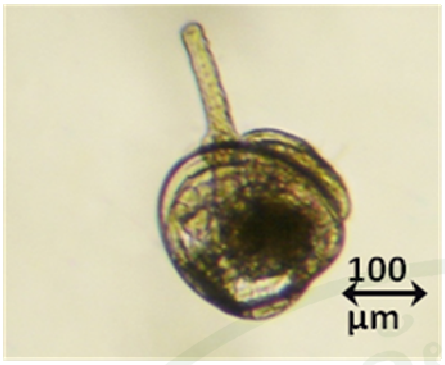
จ. อายุ 9 วัน



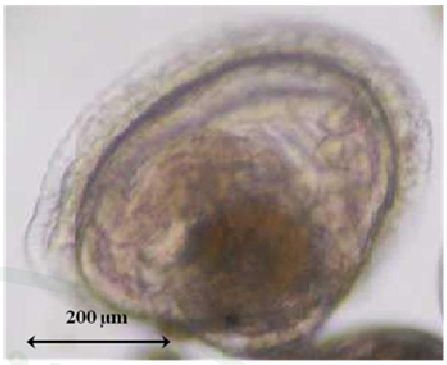
ฉ. อายุ 11 วัน

ภาพที่ 16 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่อนุบาลในน้ำทะเลระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน

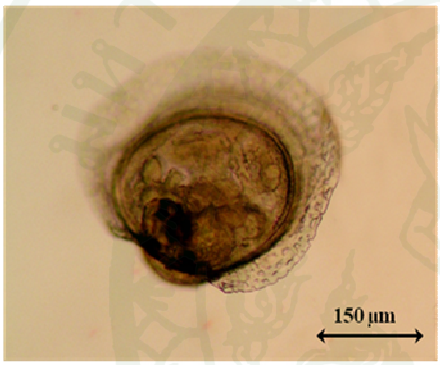
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



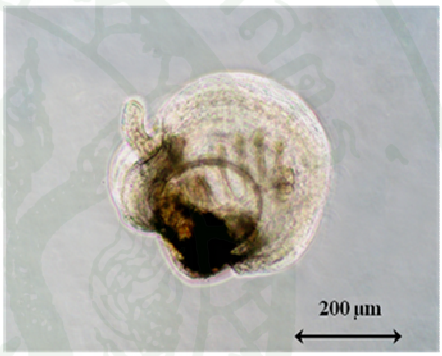
ช. อายุ 13 วัน



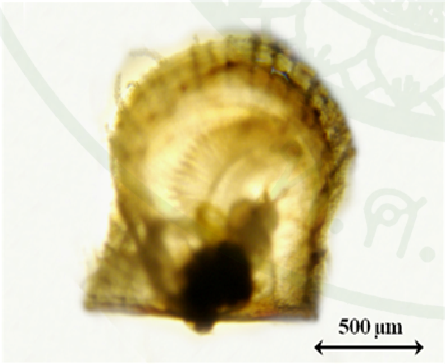
ซ. อายุ 15 วัน



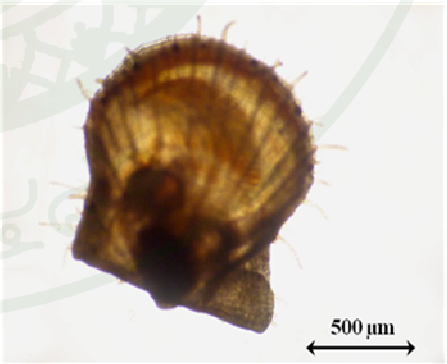
ฌ. อายุ 21 วัน



ญ. อายุ 30 วัน



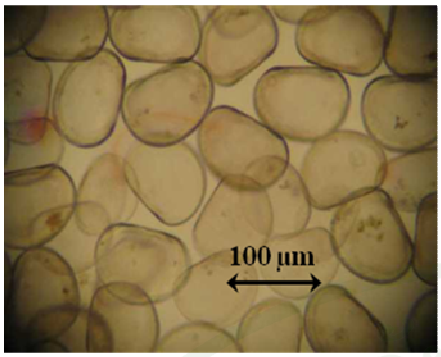
ฎ. อายุ 45 วัน



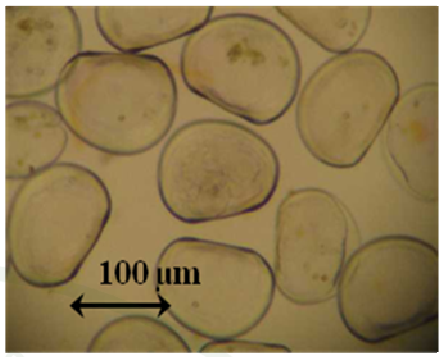
ฏ. อายุ 50 วัน

ภาพที่ 16 (ต่อ)

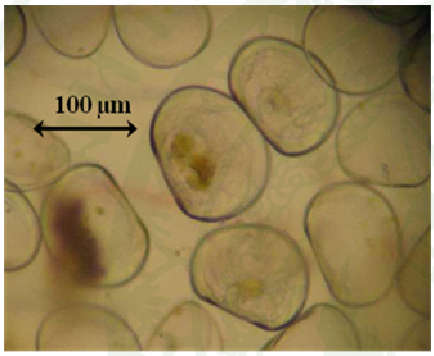
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



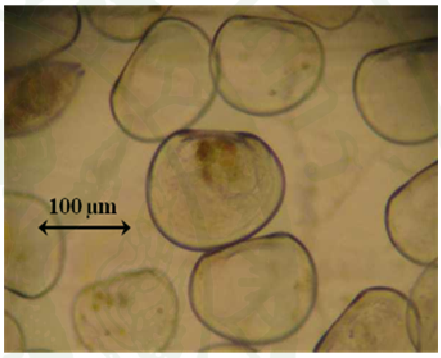
ก. ความเค็ม 10 ppt อายุ 1 วัน



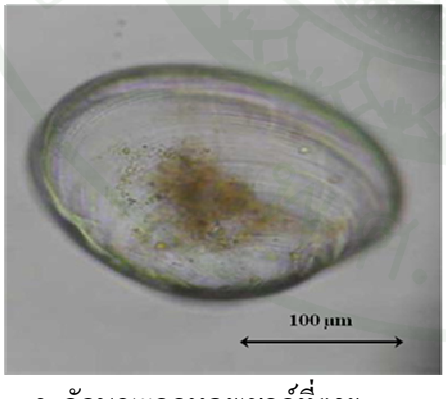
ข. ความเค็ม 15 ppt อายุ 3 วัน



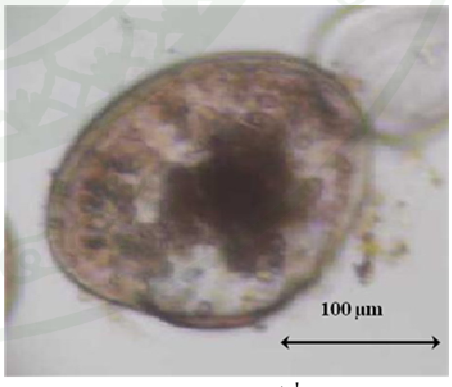
ค. ความเค็ม 20 ppt อายุ 5 วัน



ง. ความเค็ม 25 ppt อายุ 7 วัน



จ. ลักษณะลูกหอยเชลล์ที่ตาย



ฉ. ลักษณะลูกหอยเชลล์ที่มีโปรโตซัว

ภาพที่ 17 การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้รับผลกระทบจากการปรับลดระดับความเค็มของน้ำลง และลักษณะของลูกหอยเชลล์ที่ตายและอ่อนแอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์

2.2.1 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 1

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้จนถึงอายุ 30 วัน ซึ่งอัตราการรอดตายในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของลูกหอยที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็มระดับอื่นๆที่ปรับลดลง โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยตั้งแต่ระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน), ระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน), ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน), ระยะ Spat (อายุ 21 วัน) และระยะ Spat (อายุ 30 วัน) เท่ากับ 25.33±4.00, 7.55±2.04, 2.22± 0.39, 1.11±0.38, 0.39±0.09 และ 0.07±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 25 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ 11 วัน พบว่ามีอัตราการรอดตายรองลงมา โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) และระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน) เท่ากับ 12.00±2.67, 2.66±0.67 และ 0.03±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 20 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้เพียง 7 วัน โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) และระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) เท่ากับ 4.00±1.33 และ 0.04±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 15 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 0.22±0.09 เปอร์เซ็นต์

ส่วนลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 10 ส่วนในพัน พบว่าไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบในครั้งแรกพบว่าลูกหอยเชลล์ตายทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

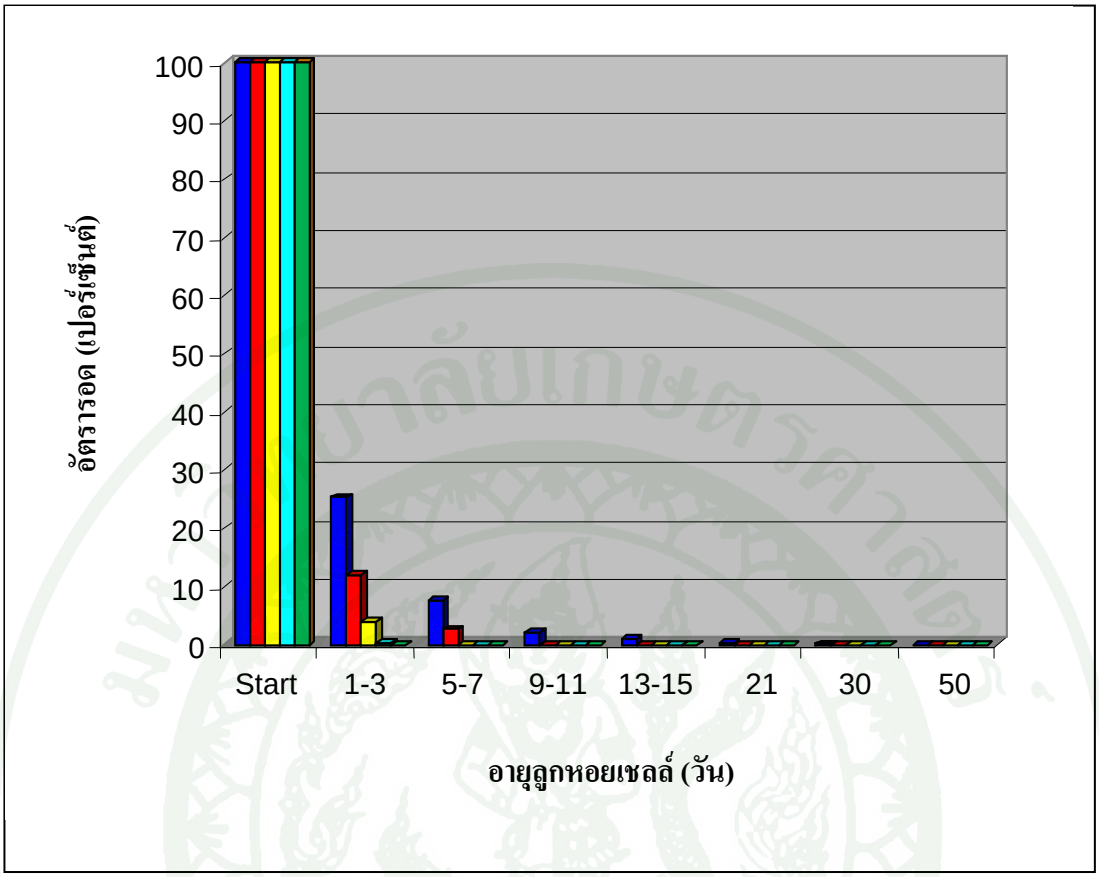
เมื่อนำข้อมูลอัตราการรอดตายมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับความเค็มลดลงต่างๆกันทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 19 และภาพที่ 18)

ตารางที่ 19 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
D-shaped (1-3 วัน)	25.33±4.00[a]	12.00±2.67[b]	4.00±1.33[c]	0.22±0.09[c]	0.00±0.00[c]
Umbo (5-7 วัน)	7.55±2.04[a]	2.66±0.67[b]	0.04±0.00[c]	0.00±0.00[c]	0.00±0.00[c]
Pediveliger (9-11 วัน)	2.22±0.39[a]	0.03±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]
Settled (13-15 วัน)	1.11±0.38[a]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]
Spat (21 วัน)	0.39±0.09[a]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]
Spat (30 วัน)	0.07±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]
Early juvenile (50 วัน)	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน ในการทดลองครั้งที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 2

จากการศึกษาในครั้งนี้ ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้ถึงอายุ 21 วัน ซึ่งพบว่าอัตราการรอดตายในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำ ความเค็มระดับอื่นๆที่ปรับลดลง โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยตั้งแต่ระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน)), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน), ระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน), ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) และระยะ Spat (อายุ 21 วัน) เท่ากับ 22.67±4.00, 7.56±1.54, 1.78±0.39, 0.28±0.09 และ 0.03± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 25 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้เพียง 9 วัน พบว่ามีอัตราการรอดตายรองลงมา โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยตั้งแต่ระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) และระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน) เท่ากับ 10.22±2.77 2.22±0.77 และ 0.01±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 20 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้เพียง 5 วัน โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) และระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) เท่ากับ 2.67±0.67 และ 0.03±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 15 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 0.08±0.00 เปอร์เซ็นต์

ส่วนลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 10 ส่วนในพัน พบว่าไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบในครั้งแรกก็พบว่าลูกหอยเชลล์ตายทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

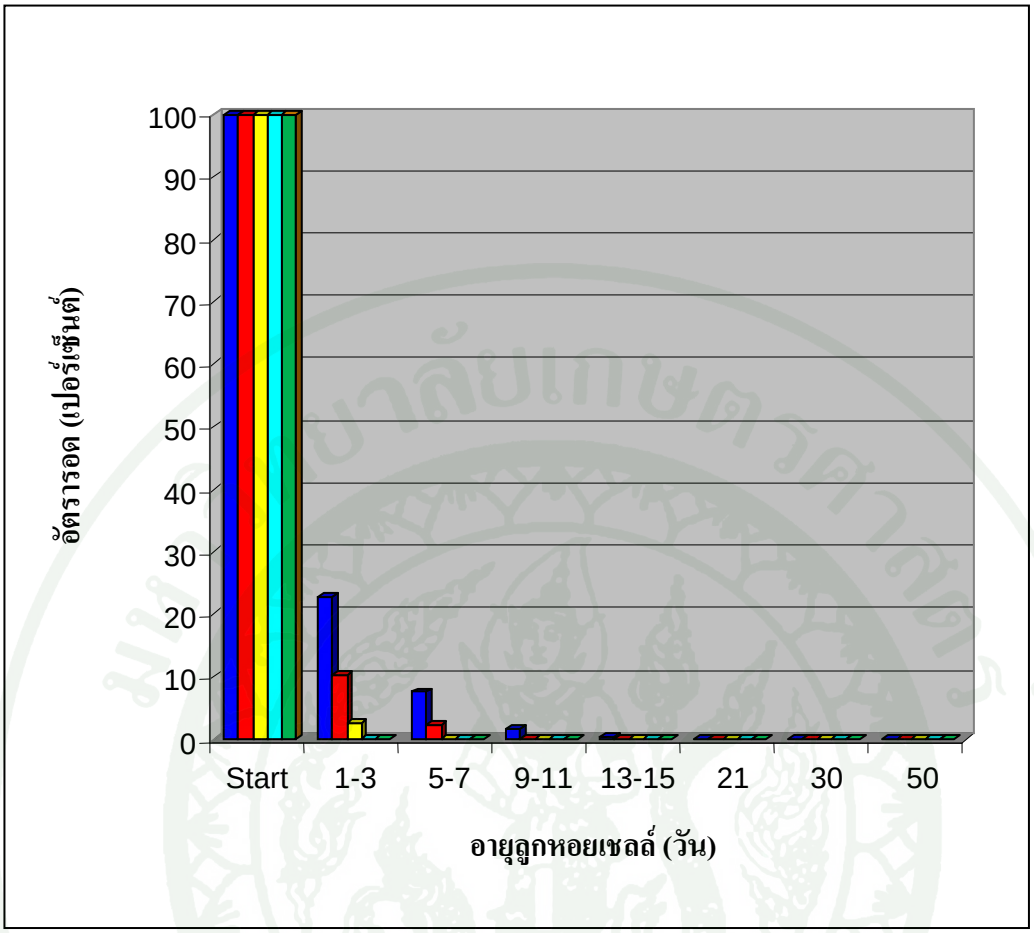
เมื่อนำข้อมูลอัตราการรอดตายมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับความเค็มลดลงต่างๆกันทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 20 และภาพที่ 19)

ตารางที่ 20 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
D-shaped (1-3 วัน)	22.67±4.00[a]	10.22±2.77[b]	2.67±0.67[c]	0.08±0.00[c]	0.00±0.00[c]
Umbo (5-7 วัน)	7.56±1.54[a]	2.22±0.77[b]	0.03±0.00[c]	0.00±0.00[c]	0.00±0.00[c]
Pediveliger (9-11 วัน)	1.78±0.39[a]	0.01±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]
Settled (13-15 วัน)	0.28±0.09[a]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]
Spat (21 วัน)	0.03±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]
Spat (30 วัน)	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]
Early juvenile (50 วัน)	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกันในการทดลองครั้งที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.3 ผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์หอย ชุดที่ 3

จากการศึกษาในครั้งนี้ ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้จนถึงอายุ 50 วัน ซึ่งพบว่าอัตราการรอดตายในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็มระดับอื่นๆที่ปรับลดลง โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยตั้งแต่ระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน), ระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน), ระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน), ระยะ Spat (อายุ 21 วัน), ระยะ Spat (อายุ 30 วัน) และระยะ Early juveniles (อายุ 50 วัน) เท่ากับ 93.33±2.67, 83.56±4.07, 50.22±4.07, 33.34±6.11, 16.00±4.00, 8.89±2.04 และ 1.94±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 25 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ถึงอายุ 21 วัน พบว่ามีมีอัตราการรอดตายรองลงมา โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน), ระยะ Pediveligers (อายุ 9-11 วัน), ระยะ Settle (อายุ 13-15 วัน) และระยะ Spat (อายุ 21 วัน) เท่ากับ 88.00 ±7.05, 48.00±8.74, 18.66±2.31, 7.11±0.77 และ 0.17±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 20 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ถึงอายุ 15 วัน พบว่ามีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยในระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน), ระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน), ระยะ Pediveliger (อายุ 9-11 วัน) และระยะ Settled (อายุ 13-15 วัน) เท่ากับ 66.67±4.81, 28.44±4.68, 1.33±0.00 และ0.06±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 15 ส่วนในพัน สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้แค่เพียงอายุ 3 วัน โดยมีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 26.67±4.00 เปอร์เซ็นต์

ส่วนลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงมาเหลือ 10 ส่วนในพัน พบว่าไม่สามารถอนุบาลลูกหอยเชลล์ให้มีชีวิตรอดได้ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบในครั้งแรกก็พบว่าลูกหอยเชลล์ตายทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

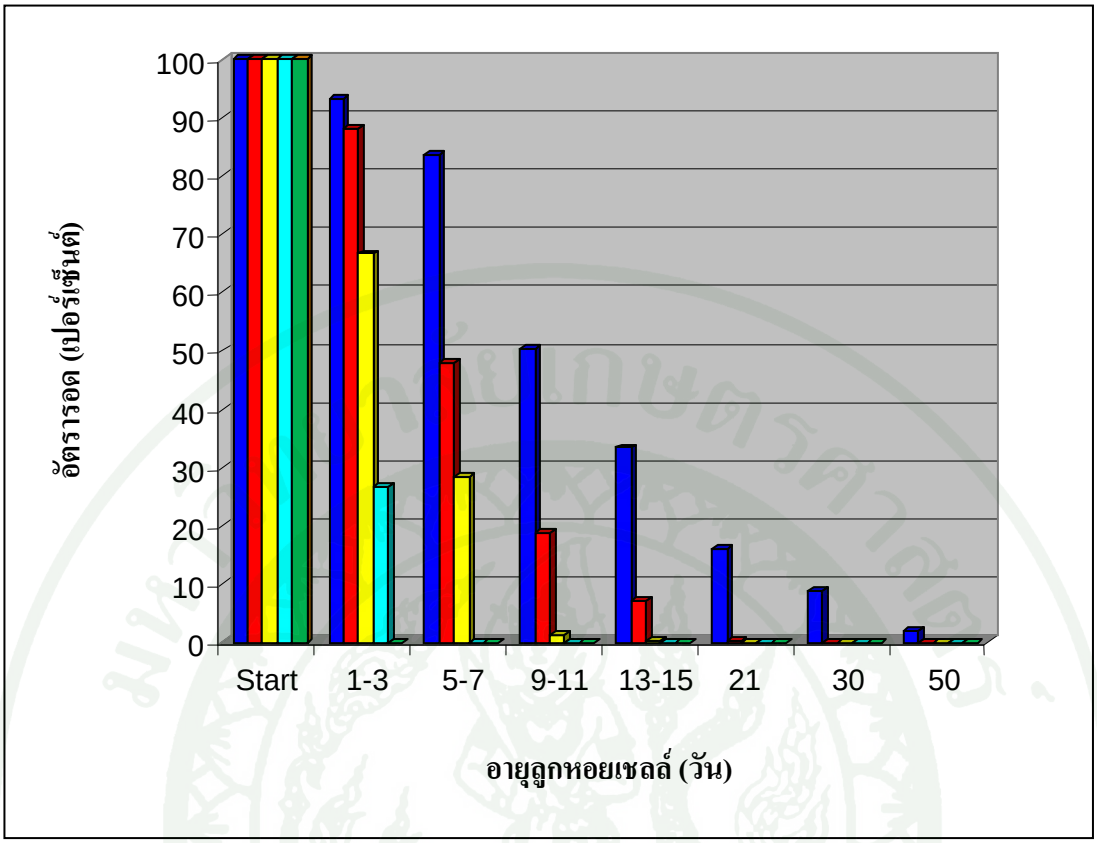
เมื่อนำข้อมูลอัตราการรอดตายมาวิเคราะห์ทางสถิติ ก็พบว่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำที่ปรับความเค็มลดลงต่างๆกันทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 21 และภาพที่ 20)

ตารางที่ 21 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกัน

ระยะลูกหอยเชลล์ (อายุ)	ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน)				
	30	25	20	15	10
เริ่มต้น	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}
D-shaped (1-3 วัน)	93.33±2.67^{a}	88.00±7.05^{a}	66.67±4.81^{b}	26.67±4.00^{c}	0.00±0.00^{d}
Umbo (5-7 วัน)	83.56±4.07^{a}	48.00±8.74^{b}	28.44±4.68^{c}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}
Pediveliger (9-11 วัน)	50.22±4.07^{a}	18.66±2.31^{b}	1.33±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
Settled (13-15 วัน)	33.34±6.11^{a}	7.11±0.77^{b}	0.06±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
Spat (21 วัน)	16.00±4.00^{a}	0.17±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}
Spat (30 วัน)	8.89±2.04^{a}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}
Early juvenile (50 วัน)	1.94±0.00^{a}	0.00±0.00^{a}	0.00±0.00^{a}	0.00±0.00^{a}	0.00±0.00^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c และd ในแถวเดียวกัน (แนวนอน) ของลูกหอยเชลล์ในแต่ละระยะการเติบโตที่ปรับลดความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลลงในระดับต่างๆกันที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ที่ระดับความเค็มต่างๆกันในการทดลองครั้งที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่นอายุ 50 วัน ที่อนุบาลในน้ำซึ่งปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน โดยใช้ลูกหอยเชลล์จากการเพาะพันธุ์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ต่างกัน 3 ชุด มาศึกษาทดลองดังกล่าวมาแล้วเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด เมื่อนำมาอนุบาลในน้ำระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน พบว่ามีอัตราการรอดตายสูงสุด โดยสังเกตได้อย่างชัดเจนจากผลการทดลองของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 (ตารางที่ 21 และภาพที่ 20) ซึ่งลูกหอยเชลล์สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้จนถึงระยะวัยรุ่น (Early juvenile) อายุ 50 วัน และพบว่าอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ส่วนในพัน สูงกว่าอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 ซึ่งอนุบาลในน้ำระดับความเค็มอื่นๆที่ต่ำกว่าทุกระยะการพัฒนาของลูกหอยเชลล์ ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการศึกษาของจินตนา (2550) ที่ได้ศึกษาทดลองเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* โดยใช้น้ำทะเลความเค็ม 32 ส่วนในพัน (ตารางที่ 1) และยังใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Nugranad และ Promjinda (1997) ซึ่งได้ศึกษาทดลองเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ *C.(Mimachlamys) senatoria* โดยใช้น้ำทะเลความเค็ม 33-35 ส่วนในพัน (ตารางที่ 2)

สำหรับผลการศึกษาที่ใช้ลูกพันธุ์หอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้จนถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 30 วัน (ตารางที่ 19 และภาพที่ 18) ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้จนถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 21 วัน (ตารางที่ 20 และภาพที่ 19) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนระยะของลูกหอยเชลล์จากระยะว่ายน้ำเป็นระยะลงเกาะซึ่งมักส่งผลให้ลูกหอยเชลล์มีอัตราการรอดต่ำลง ดังเช่นการศึกษาของจินตนา และ วราภรณ์ (2537) ที่ได้รายงานไว้ว่าในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *C.(Mimachlamys) senatoria* โดยใช้น้ำทะเลระดับความเค็ม 33-35 ส่วนในพัน ซึ่งพบว่าลูกหอยเชลล์ยังมีอัตรารอดตายต่ำ โดยเฉพาะในระยะ metamorphosis ซึ่งลูกหอยเชลล์เปลี่ยนระยะจากการดำรงชีวิตแบบว่ายน้ำ ไปเป็นการลงสู่พื้นและคืบคลานเกาะติดวัสดุ ทั้งนี้เนื่องจากมักประสบปัญหาซึ่งเกิดจากการเจริญของแบคทีเรีย และโปรโตซัว จำพวก ciliates ต่างๆ ขึ้นปะปนอยู่ในถังอนุบาล มีผลทำให้ลูกหอยอ่อนแอและตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการศึกษาของ O'Conner และ Heasman (1998) ที่พบว่าหอยเชลล์ *M. asperrima* ในระยะลงเกาะจะมีความทนทานต่อความเค็มได้ต่ำกว่าลูกหอยเชลล์ในระยะว่ายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำระดับความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพันลงมา พบว่าที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ถึงระยะลงเกาะ (settlement) หรือ metamorphosis (อายุ 13-15 วัน) เท่านั้น แต่มีอายุวันในการรอดชีวิตนานถึง 21 วัน เช่นเดียวกับลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ซึ่ง ลูกหอยเชลล์รอดชีวิตถึงระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) เท่านั้น แต่มีอายุวันในการรอดชีวิตนาน 11 วัน และ 9 วัน ตามลำดับ ที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด รอดชีวิตถึงระยะ Umbo (อายุ 5-7 วัน) เหมือนกัน แต่มีอายุวันในการรอดชีวิตนานแตกต่างกันคือ ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 มีอายุวันในการรอดชีวิตนาน 7 วัน ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 มีอายุวันในการรอดชีวิตนาน 5 วัน และลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 มีอายุวันในการรอดชีวิตนาน 13 วัน ขณะที่ความเค็ม 15 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด รอดชีวิตถึงระยะ D-shaped (อายุ 1-3 วัน) และมีอายุวันในการรอดชีวิตนานแค่ 3 วัน เท่านั้นเหมือนกัน เช่นเดียวกันกับลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำระดับความเค็ม 10 ส่วนในพัน ซึ่งพบว่าลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 3 ชุด ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะความเค็มระดับนี้ โดยลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตายภายในวันแรก หรือมีอัตราการรอดตายเป็นศูนย์

ผลการศึกษาในครั้งนี้ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Christophersen และ Strand (2003) ซึ่งพบว่าอัตราการตายเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของลูกหอยเชลล์ *P. maximus* ระยะวัยเกล็ดที่อนุบาลในน้ำซึ่งลดความเค็มลงมาที่ระดับ 30, 25 และ 20 ส่วนในพัน ในช่วงอุณหภูมิที่ต่างกัน 2 ช่วง เป็นเวลานาน 25 วัน โดยผลปรากฏว่าที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีการตายถึง 26 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน มีการตายเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีการตายมากถึง 59 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน มีการตายเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าอัตราการตายของลูกหอยเชลล์พบมากที่สุดที่ความเค็ม 20 ส่วนในพัน โดยมีการตายเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ซึ่งกิจกรรมการเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเขตน้ำกร่อย อาจประสบปัญหาการตายของลูกหอยเป็นจำนวนมากได้เมื่อความเค็มของน้ำที่ใช้อนุบาลมีความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการเพาะอนุบาลลูกหอยเชลล์ *P. maximus* ในบริเวณที่มีความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ก็พบว่าได้ผลการทดลองคล้ายๆกันคือ ลูกหอยเชลล์ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีอัตราการตายสูงกว่าลูกหอยเชลล์ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุบาลในน้ำความเค็มสูงขึ้นไป ดังนั้นการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น จึงควรใช้น้ำทะเลที่มีระดับความเค็มสูงกว่า 25 ส่วนในพันขึ้นไป

สำหรับการศึกษาของ Gonzalez และ Teresa (2005) ซึ่งศึกษาความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในระดับต่างๆกันของหอยเชลล์ชนิด *Nodipecten subnodosus* โดยศึกษาการตายของหอยเชลล์ที่ 50% (LC_{50}) ภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง จากการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันมาที่ระดับความเค็ม 15, 20, 25, 30, 37, 42, 47, 50 และ 60 ส่วนในพัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันมาที่ระดับความเค็มในช่วง 30-47 ส่วนในพัน ไม่มีผล กระทบต่อการตายของหอยเชลล์ ขณะที่การเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันมาที่ความเค็ม 25 และ 50 ส่วนในพัน ส่งผลให้หอยเชลล์ค่อยๆเกิดการตาย โดยที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน หอยเชลล์เริ่มตายในชั่วโมงที่ 24 ขณะที่ความเค็ม 50 ส่วนในพัน หอยเชลล์เริ่มตายในชั่วโมงที่ 60 และพบว่าหอยเชลล์ทั้งสองระดับความเค็มตาย 40% เมื่อถึงชั่วโมงที่ 96 ส่วนการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันมาที่ความเค็ม 15, 20 และ 60 ส่วนในพัน พบว่าหอยเชลล์ตายก่อนจะครบชั่วโมงที่ 24 ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาผลกระทบของความเค็มในหอยหวาน (Nguyen *et al*., 2001) และ หมึก (Nabihitabhata *et al*., 2001) ที่พบว่าสัตว์ทดลองเติบโตได้ดีในช่วงความเค็มที่เหมาะสม แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มโดยฉับพลันความเค็มที่ลดลงมากส่งผลให้สัตว์ ทดลองพิการหรือตายโดยฉับพลัน เช่นเดียวการศึกษาของ รุ่งทิวา (2550) ซึ่งพบว่าหอยลายที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความเค็มโดยฉับพลัน หอยลายไม่สามารถปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลย์อย่างคงที่จากกระบวนการ osmoregulation ได้ ส่งผลให้หอยลายมีอาการตัวบวมเป็นระยะๆจน กระทั่งร่างกายไม่สามารถปรับตัวได้ ซึ่งหอยลายจะมีอาการเกร็งและตายในที่สุด ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน มีอัตราการตายสูง โดยที่ความเค็ม 10 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์ตายหมดภายในวันแรก ส่วนที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์ตายหมดภายในวันที่ 3 และที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการตายเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลานานขึ้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวนี้ก็น่าจะเป็นผลมาจากลูกหอยเชลล์ไม่สามารถปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลย์ได้ในสภาพความเค็มที่ต่ำกว่าปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ในการศึกษาของ Gruffydd (1976) ซึ่งพบว่าการลดระดับความเค็มลงมาต่ำกว่า 21 ส่วนในพัน มีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *C. islandica* ในระยะว่ายน้ำหลังเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง แต่เมื่อลดระดับความเค็มลงมาที่ 14 ส่วนในพัน พบว่ามีผลกระทบต่อการรอดตายของลูกหอยเชลล์ และเมื่อลดระดับความเค็มลงมาถึง 7 ส่วนในพัน พบว่ามีผลทำให้ลูกหอยเชลล์ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ Culliney (1974) ที่พบว่าลูกหอยเชลล์ *P. magellanicus* ในระยะว่ายน้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำระดับความเค็ม 10 ส่วนในพัน ได้นานเพียง 48 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวพบว่ามีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้เช่นเดียวกัน โดยพบว่าลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 10 ส่วนในพัน มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในวันแรก ขณะที่ลูกหอยเชลล์ซึ่งอนุบาลในน้ำความเค็ม 15 ส่วนในพัน มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในวันที่ 3 ส่วนที่ระดับความเค็ม 20 และ 25 ส่วนในพัน พบว่าลูกหอยเชลล์มีการอัตราการตายเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลานานขึ้น และตายหมดในที่สุด ดังนั้นการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ให้มีอัตราการรอดตายสูงจึงควรอนุบาลในน้ำที่มีความเค็มสูงกว่า 25 ส่วนในพันขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด สำหรับนำมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ได้แก่ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. ในน้ำความเค็มต่างๆกัน 7 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง โดยใช้ความหนาแน่นเซลล์เริ่มต้นเท่ากับ $2.50x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร พบว่า

1.1 ความเค็ม 0 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงไม่นำมาใช้ในการศึกษาเรื่องผลของความเค็มที่ลดลงต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น

1.2 ความเค็ม 5 ส่วนในพัน *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp. ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ครบ 24 ชั่วโมง ส่วน *Tetraselmis* sp. พบจำนวนเซลล์เหลืออยู่น้อยมากในชั่วโมงที่ 24 จึงไม่นำมาใช้ในการศึกษาเรื่องผลของความเค็มที่ลดลงต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น

1.3 ความเค็มตั้งแต่ 10-30 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ครบ 24 ชั่วโมง จึงใช้ในการศึกษาเรื่องผลของความเค็มที่ลดลงต่อการพัฒนาการเจริญ เติบโตและอัตราการรอดตายของหอยเชลล์ *M. senatoria* ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น

1.4 ความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด มีความหนาแน่นเซลล์เหลืออยู่มากที่สุดเมื่อครบ 24 ชั่วโมง ขณะที่ความเค็ม 10 ส่วนในพัน แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด เหลือความหนาแน่นเซลล์อยู่น้อยที่สุดเมื่อครบ 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ปรากฏว่า

2.1 ความเค็ม 30 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตได้อย่างเป็นปกติ โดยลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาในช่วงเดือนสิงหาคม (ชุดที่ 1) พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 30 วัน ลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาในช่วงเดือนกันยายน (ชุดที่ 2) พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะวัยเกล็ด (spat) อายุ 21 วัน และลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาในช่วงเดือนพฤศจิกายน (ชุดที่ 3) พัฒนาการเจริญเติบโตได้จนถึงระยะวัยรุ่น (early juvenile) อายุ 50 วัน

2.2 ความเค็ม 25 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการพัฒนาการเจริญเติบโต และการพัฒนาเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตช้าลงกว่าปกติ โดยลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาในช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะ Umbo ส่วนลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาในช่วงเดือนพฤศจิกายน พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะลงเกาะ (Pediveliger) หรือ metamorphosis

2.3 ความเค็ม 20 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการเจริญเติบโตและการพัฒนาเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตน้อยมาก โดยลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาทั้ง 3 เดือน คือสิงหาคม, กันยายน และพฤศจิกายน พัฒนาการเจริญเติบโตได้ถึงระยะ Umbo เท่านั้น

2.4 ความเค็ม 15 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีการเจริญเติบโตน้อยมาก และไม่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปสู่ระยะอื่นๆ โดยลูกหอยเชลล์ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมมาทั้ง 3 เดือน ยังอยู่ในระยะ D-shaped เท่านั้น

2.5 ความเค็ม 10 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์ไม่สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้เนื่องจากลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตายภายในวันแรก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ซึ่งอนุบาลในน้ำทะเลที่ปรับลดความเค็มลงในระดับต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ปรากฏว่า

3.1 ความเค็ม 30 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีอัตราการรอดตายสูงสุดในทุกระยะการพัฒนาการเจริญเติบโต และสามารถดำรง ชีวิตอยู่ได้จนถึงระยะวัยรุ่น (early juvenile) อายุ 50 วัน

3.2 ความเค็ม 25 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีอัตราการรอดตายลดลง แต่ยังสามารถเจริญเติบโต และดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยดำรงชีวิตอยู่ได้สูงสุดถึงระยะลงเกาะ (Pediveliger) อายุ 21 วัน

3.3 ความเค็ม 20 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีอัตราการรอดตายต่ำ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถึงระยะ Umbo นาน 13 วัน

3.4 ความเค็ม 15 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์มีอัตราการรอดตายต่ำมาก และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานเพียง 3 วัน เท่านั้น

3.5 ความเค็ม 10 ส่วนในพัน ลูกหอยเชลล์ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยลูกหอยเชลล์ทั้งหมดตายภายในวันแรก

4. ระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ระยะวัยอ่อนจนถึงระยะวัยรุ่นในการศึกษาครั้งนี้คือ 30 ส่วนในพัน ขณะที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน สามารถนำมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆในกรณีที่เกิดปัญหาความเค็มของน้ำทะเลในธรรมชาติมีความเค็มลดลง หรือในกรณีที่จำเป็นต้องใช้น้ำในการอนุบาลอย่างเร่งด่วน แต่ความเค็มของน้ำทะเลในธรรมชาติขณะนั้นต่ำกว่าปกติ ส่วนน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มต่ำกว่า 25 ส่วนในพันลงมา ไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในระยะนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากปัจจุบันการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ *M. senatoria* ยังอยู่ในขั้นศึกษาทดลองเท่านั้น การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ชนิดนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายประการ เช่น อาหาร ความหนาแน่นและขนาดของลูกหอย ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความเค็ม เป็นต้น ซึ่งเป็นอุปสรรคที่อาจมีผลต่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ ประกอบกับการศึกษาเรื่องหอยเชลล์ในประเทศไทยมีผู้ศึกษาไว้น้อยมาก ทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญหลายประการ ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นส่วนหนึ่งที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องในครั้งต่อไป

2. การศึกษาในครั้งนี้นอกจากความเค็มจะมีผลต่อลูกหอยเชลล์แล้ว ยังต้องคำนึงถึงผลของความเค็มต่ออาหารสำหรับใช้ในการอนุบาลลูกหอยเชลล์ด้วย เพราะแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดสามารถทนอยู่ได้ในช่วงความเค็มที่แตกต่างกัน และทนได้ในช่วงระยะเวลาที่นานแตกต่างกันด้วย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงควรมีการตรวจดูปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่ให้ลูกหอยเชลล์ที่ทดลองอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากสาเหตุดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลการศึกษาทดลองผิดพลาดด้วย

3. เนื่องจากหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละระยะจะมีความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกหอยเชลล์ในระยะอื่นๆเพิ่มเติม ก็น่าจะช่วยยืนยันผลของความเค็มที่มีต่อหอยเชลล์ *M. senatoria* ได้ดียิ่งขึ้น

4. ความสมบูรณ์แข็งแรงของลูกหอยเชลล์ *M. Senatoria* อาจมีผลมาจากความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์หอย รวมทั้งเซลล์สืบพันธุ์ก่อนพัฒนาเป็นตัวลูกหอย ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับเทคนิคหรือวิธีในการกระตุ้นให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งควรเลือกวิธีที่ทำให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้อย่างเป็นธรรมชาติที่สุด เพราะจะทำให้ได้ลูกหอยที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง และสามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราการรอดตายสูง นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ เช่นการดูแลจัดการในเรื่องความสะอาดภายในโรงเพาะพันธุ์ คุณภาพของน้ำทะเลที่ใช้ และปริมาณอาหาร ก็มีผลเกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกหอยเชลล์ ดังนั้นจึงควรมีวิธีป้องกัน หรือแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านี้ เพื่อที่จะได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ *M. Senatoria* ให้ประสบความสำเร็จต่อไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คเชนทร เฉลิมวัฒน์. 2544. **การเพาะเลี้ยงหอย.** ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 253 น.

จินตนา นักระนาด และ วราภรณ์ สาลีติด. 2537. การทดลองเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *Chlamys senatoria* Gmelin. น. 580-585. *ใน* **รายงานการสัมมนาประจำปี 2537.** กรมประมง, กรุงเทพฯ.

_____. 2550. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงหอยเชลล์ น. 36-46. *ใน* **หนังสือเฉลิมพระเกียรติศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ในวโรกาสทรงสำเร็จการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2550.** กรมประมง, กรุงเทพฯ.

บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทเวช และ วรรณเกียรติ ทับทิมแสง. 2533. การสำรวจทรัพยากรหอยเชลล์ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยระหว่างปี 2530-2532 หน้า 536-546 *ใน* **รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2533.** กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปิยะพงศ์ โชติพันธุ์, จินตนา นักระนาด, สุนันท์ ภัทรจินดา, พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงพันธ์, คเชนทร เฉลิมวัฒน์, ไตรเทพ วิชย์โกวิทเทน, ลิขิต ชูชิต และ ปรเมษฐ์ พลอยประดับ. 2539. **การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตลูกหอยนางรมเพื่อการค้า : (1) การจัดเตรียมและตรวจสอบระบบ. การเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยวัยอ่อน.** สรุปผลการดำเนินงานวิจัยโครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประเภท ข ประจำปี 2537 และ 2538. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 271 น.

รุ่งทิวา ตะติชรา. 2550. **ผลของการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันต่อการพัฒนาและการอยู่รอดของลูกหอยลาย *Paphia undulate* Born, 1778**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันทนา อยู่สุข. 2541. **หอยทะเล.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 131 น.

_____ และ ธีระพงศ์ ด้วงดี. 2550. เกร็ดความรู้ในการจำแนกชนิดหอยเชลล์ น. 47-50. *ใน* **หนังสือเฉลิมพระเกียรติ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ในวโรกาสทรงสำเร็จการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2550.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2550. สาระน่ารู้จากวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ *ใน* ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี เรื่อง Molecular genetic studies and preliminary culture experiments of scallops (Bivalvea: Pectinidae) in Thailand. *ใน* **หนังสือเฉลิมพระเกียรติ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ในวโรกาสทรงสำเร็จการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2550.** กรมประมง, กรุงเทพฯ. น. 52.

อนุวัฒน์ รัตนโชติ และ กฤติพล ยังวณิชเศรษฐ. 2000. ประเด็นการตายอย่างมากในปลายปี 2539 ของหอยตะโกรมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราฎร์ธานี. **Mollusk research in Asia.** น. 45-51.

Allen, D. M. and T. J. Costello. 1972. The calico scallops *Argopecten gibbus*. **N.O.A.A. Tech.** Rep. NMFS SSRF 656, 19 pp.

Andrew, J. D. 1973. Effects of tropical storm Agnes on epifaunal invertebrates in Virginia estuaries. **Chesapeake Sci.** 14: 233-234.

APHA, AWWA and WPCF. 1988. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 20 th ed.** American Public Health Association, Washington, DC.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Benninger, P. G. and M. LePennec. 1991. Chapter 3: Functional Anatomy of Scallops. p. 133-224. *In* **Shumway, S. E. (Ed.). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture.** Development in Aquaculture and Fisheries Science, 21, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.

Bernard, F. R. 1983. Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific bivalve molluscs. Can. Spec. Publ. **Fish. Aquat. Sci.** 28 p.

Blanchard, J. and M. Grosell. 2006. Copper toxicity across salinities from freshwater to seawater in the euryhaline fish Fundulus heterolitus: Is copper an ionoregulatory toxicant in high salinities. **Aquatic Toxicology.** 80:131-139.

Bourne, N., C. A. Hodgson and J. N. C. Whyte. 1989. A manual for scallop culture in British Columbia. **Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences**. No. 1694. 215 p.

Brand, A. R. 2006. Scallop Ecology: distribution and behavior. p. 561-744. *In* **S. E. Shumway and G. J. Parsons, eds. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. 2nd edition.** Developments inAquaculture and Fisheries Science, Volume 35. Elsevier, London.

Burton, R. F. 1983. Ionic regulation and water balance. In: Saleuddin, A. S. M. & K. M. Wilbur (eds.). **The Mollusca** Vol. 5 Physiology, Part 2: 291-352. Academimic Press, New York.

Chaitanawisuti, N. and P. Menasveta. 1991. Preliminary studies on breeding and larval rearing of Asian moon scallop (*Amusium pleuronectes*). **Journal of Aquaculture in the Tropics**. 6: 15-24.

Christophersen, G. and O. Strand. 2003. Effect of reduced salinity on the great scallop (*Pecten maximus*) spat at two rearing temperature. **Aquaculture** 215: 79-92.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Culliney, J. L. 1974. Larval development of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). **Biol. Bull.** 147: 147-321.

Davenport, J. 1972. Environmental simulation experiments on marine and estuarine animals. In: Blaxter, J. H. S., Russell, F. S. and Young, M.(eds). **Advance in Marine Biology** Vol. 9: 133-256. Academic press, London.

Dickie, L. M. 1955. Fluctuations in abundance of the giant scallop *Placopecten magelanicus* (Gmelin), in the Digby area of the Bay of Fundy. **J. Fish Res.** 12: 797-857.

Duncan, A. 1966. **The oxygen consumption of Potamopyrgus jenkinsi (Smith) (Pros-obranchiata) in different temperatures and Salinities.** VerhInt. Ver. Theor. Angew. lim-nol. 16, 1739-1751.

Fairbridge, W. S. 1953. A population study of the Tasmanian "commercial" scallop *Notovola meridionalis* (Tate) (Lamellibranchia, Pectinidae). **Aust. Mer. Freshw. Res.** 4: 1-40.

Frechette, M., M. Gaudet. and S. Vigneau. 2000. Estimating optimal population density for intermediate culture of scallops in spat collector bags. **Aquaculture** 183: 105-124.

Gibbons, M. C. and M. Castagna. 1984. Serotonin as an inducer of spawning in six bivalve species. **Aquaculture** 40: 189-191.

Gonzalez, S. and M. Teresa. 2005. Salinity tolerance and resistance of the Pacific lion's paw scallop (*Nodipecten subnodosus*) and the relationships with species distribution and density in a coastal lagoon. **Journal of Shellfish Research.** http://www.thefreelibrary.com

Gruffydd, L. D. 1976. The development of the larva of *Chlamys islandica* in the plankton and its salinity tolerance in the laboratory (Lamellibranchia, Pectinidae). **Astarte** 8: 61-67.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gruffydd, L. D. and A. R. Beaumont. 1972. A method of rearing *Pecten maximus* larvae in the laboratory. **Marine Biology** 15: 350-355.

Gutsell, J. S. 1931. Natural history of the bay scallop (*Pecten irradians*). **Bull. U.S. Bur. Fish.** 46: 569-632.

Helm, M. M., N. Bourne. and A. Lovatelli. 2004. Hatchery culture of bivalves. A practical manual. **FAO Fisheries Technical Paper.** No. 471. Rome, FAO. 177 p.

Kinne, O. 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. ll. Salinity and temperature salinity combinations. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev**. 2: 281-339.

_____. 1970. Temperature-animals, invertebrates. In: O. Kinne (Editor), **Mar. Ecol.** 1: 821-995.

_____. 1971. Salinity invertebrates. In Kinne, O. (ed) **Marine Ecology**: A comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal Waters Vol. 1 Part 2, 683-995. Wiiley-Interscience, New York.

Krassoi, R., I. Anderson. and D. Everett. 1997. Larval abnormalities in doughboy scallop *Chlamys (Mimachlamys)asperrima* L. in response to test conditions and six reference toxicants. **Aust. J. Ecotox.** 3: 65-74.

Lodeiros, C. J., Rengel, J. J., Freites, L., Morales, F. and Himmelman, J. H. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten* (*Nodipecten*) *nodosus* maintained in suspended culture at three depths. **Aquaculture** 165: 41-50.

Maguire, J. A. and G. M. Burnell. 2001. The effect of stocking density in suspended culture on growth and carbohydrate content of the adductor muscle in two populations of the scallop (*Pecten maximus* L.) in Bantry bay, Ireland. **Aquaculture** 198: 95-108.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mahidol, C. 2007. **Molecular genetic studies and preliminary culture experiments of scallops (Bivalvea: Pectinidae) in Thailand.** Ph.D. Thesis, Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University. 119 pages.

Mercaldo, R. S. and E. W. Rhodes. 1982. Influence of reduced salinity on the Atlantic bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck) at various temperatures. **J. Shellfish Res.** 2: 177-181.

Nabhitabhata, J., P. Asawangkune., S. Amornjaruchit. and P. Promboon. 2001. Tolerance of egg and hatchering of neritic cephalopods to salinity change. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** 25(1): 91-99.

Natochin, Yu. V., V. Berger., E. A. Lavrova., O. Kuz'mina. and V. V. Khlebovich. 1981. The role of sodium and potassium in cell volume regulation in intertidal mollusks In: A. V. Zhirmunskij, ed. **Physiology and biochemistry of adaptations in marine animals**, pp.129-134.

Navarro, J. M. and C. M. Gonzalez. 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. **Aquaculture** 167: 315-327.

Nell, J. A. and P. J. Gibbs. 2008. Salinity tolerance and absorption of L-Methionine by some Australian bivalve molluscs. **Marine & Freshwater Research.** Vol. 60 (12)

Nguyen, T. X., H. N. Phue. and T. N. Tran. 2001. Salinity tolerance of larvae and adults of the gastropod *Babylonia areolata*. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** 25(1): 125-128.

Nugranad, J. and K. Promjinda. 1997. An experiment on hatchery seed production of the scallop *Chlamys senatoria* Gmelin. **Phuket Marine Biological Center Special Publication.** 17(1): 241-249.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

O'connor, W. A. and M. P. Heasman. 1998. Ontogenetic in salinity and temperature tolerance in the doughboy scallop, *Mimachlamys asperrima*. **Journal of Shellfish Research** Vol. 17 No.1: 89-95.

Paparo, A. A. 1981. Acclimation/reacclimation to salinity conditions and its relationship to the transport of suspended microspheres on the gill of *Mytilus edulis*. **Comp. Biochem. Physiol.** 69: 417-421

Paparo, A. A. amd R. Dean. 1982. Tolerance to test salinities as a function of average rate of transport. **Comp. Biochem. Physiol.** 69: 417-421

Paul, J. D. 1980a. Upper temperature tolerance and the effects of temperature on byssus attachment in the queen scallop, *Chlamys opercularis* (L.). **J. exp. mar. Biol. Ecol.** 46: 41-50.

_____. 1980b. Salinity-temperature relationships in the queen scallop *Chlamys opercularis*. **Mar. Biol.** 56: 295-300.

Riva, A. and H. Masse. 1983. Ecophysiological study of some bivalve molluscs, In M. A. Amanieu & A. Guille, eds. **Biological basis in aqua culture**, Montpellier, 12-16 December, 1983. IFREMER, pp. 45-62.

Robert, G. 1978. Biological assessment ot the bay scallop, (*Argopecten irradians*) for maritime waters. Can. Fish. **Mar. Sci. Tech. Rep.** No. 778.

Roman, G., M. J. Campos., C. P. Acosta. and J. Cano. 1999. Growth of the queen scallop (*Aequipecten opercularis*) in suspended culture: influence of density and depth. **Aquaculture** 178: 43-62.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Taylor, J. J., P. C. Southagate. and R. A. Rose. 2004. Effects of salinity on growth and survival of silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima*, spat. **Journal of shellfish reseach** Vol 23 No.2: 375-377.

Tettelbach, S. T., P. J. Auster., E. W. Rhodes. and J. C. Widman. 1985. A mass mortality of Northern Bay, *Argopecten irradians irradians*, following a severe spring rainstrom. **The Veliger** 27: 381-385.

Thompson, R. K. and A.W. Pritchard. 1969. Respiratory adaptations of two burrowing Crustaceans, *Callianassa californiensis* and *Upogebia pugettensis* (Decapoda, Thalassinidae). **Biol. Bull.** 136(2): 274-287.

Ursin, E. 1956. Distribution and growth of the queen *Chlamys opercularis* (Lamellibranchiata) in Danish and Faroese waters. **Medd. Danm. Fisk.-og Havunders.** 1: 1-31.

Vernberg, W. B. and F.J. Vernberg. 1972. **Environmental physiology of marine animals.** Springer-Verlag. New York.

Ventilla, R. F. 1982. The scallop industry in Japan. **Advances in Mar. Biol.** 20: 309-382.

Villiers, C. J., A. N. Hodgson. and B. R. Allanson. 1989. Effect of salinity and temperature on the filtration rate and distribution of *Solen cylindraceus* (Hanley), In: J. S. Ryland & P. A. Tyler, eds. **Reproduction genetics and distributions of marine organisms**. pp. 459-465.

Waller, T. R. 1991. Evolutionary relationships among commercial scallops (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae). pp. 1-73. *In* **S.E. Shumway, ed. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture.** Developments in Aquaculture and Fisheries Science Volume 21, Elsevier, Amsterdum.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Waller, T. R. 1993. The evolution of '*Chlamys*' (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) in the tropical western Atlantic and eastern Pacific. **Am. Malacol. Bull.** 10: 195-249.

_____. 2006. New phylogenies of the Pectinidae (Mollusca: Bivalvia): reconciling morphological and molecular approaches. pp. 1-44. *In* **Shumway and G. J. Parsons, eds. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture, 2nd edition.**

Widmeyer, J. R. and L. I. Bendell-Young. 2007. Influence of food quality and salinity on dietary cadmium availability in *Mytilus trossulus*. **Aquatic Toxicologt.** 81: 144-151.

Yamamoto, G. 1956. Habitats of spat of the scallop, *Pecten yessoensis* Jay, which turned to bottom life. **Sci. Rep. Tohoku Univ. 4th Ser. (Biol.)** 22: 149-156.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ภาพและวิธีการจากการทดลอง

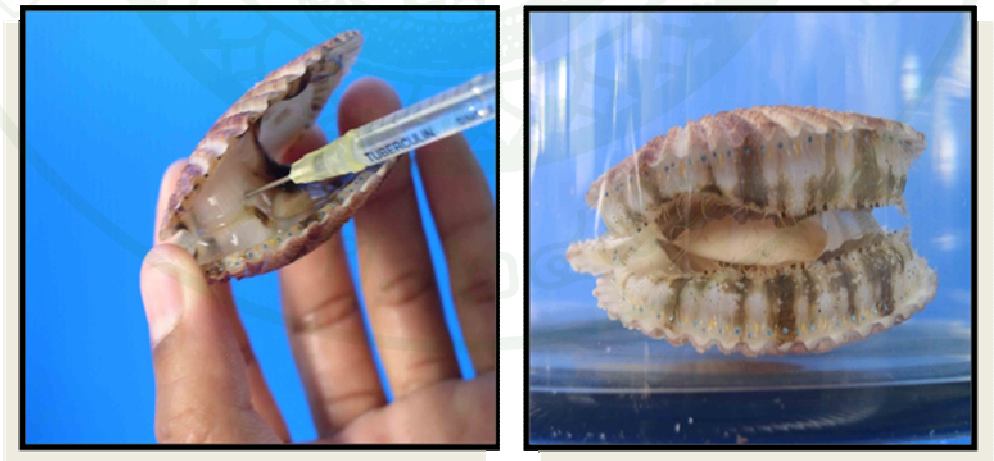
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ก1 บ่ออนุบาลพ่อแม่พันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria*

ภาพผนวกที่ ก2 การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ *M. senatoria*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ก3 การเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* โดยวิธีปล่อยให้ออกตามธรรมชาติ



ภาพผนวกที่ ก4 การเพาะพันธุ์หอยเชลล์ *M. senatoria* โดยวิธีฉีดสาร serotonin กระตุ้น

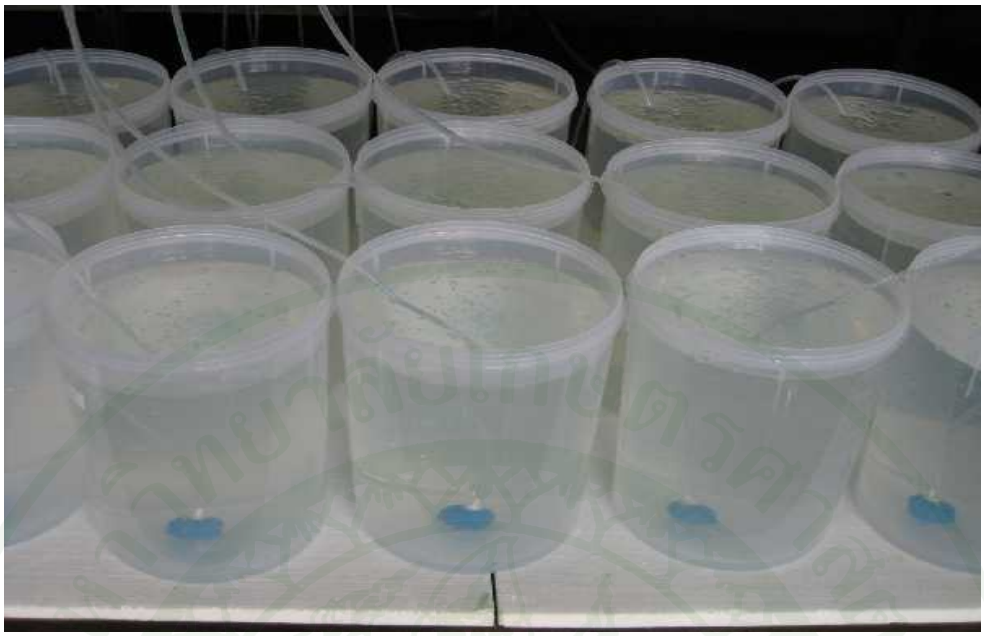
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก. เพศผู้ ข. เพศเมีย

ภาพผนวกที่ ก5 การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเชลล์ *M. senatoria*

ภาพผนวกที่ ก6 การอนุบาล และการเปลี่ยนถ่ายน้ำลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่เพาะพันธุ์

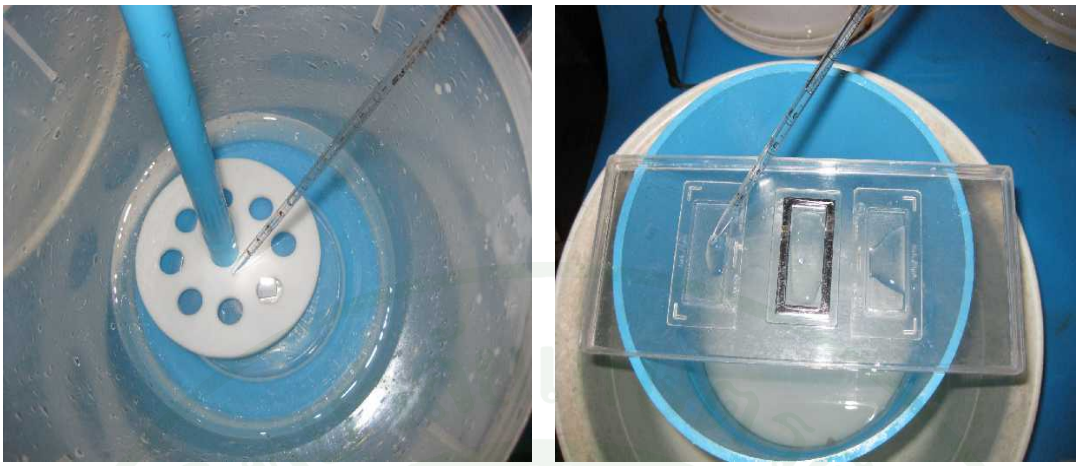
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



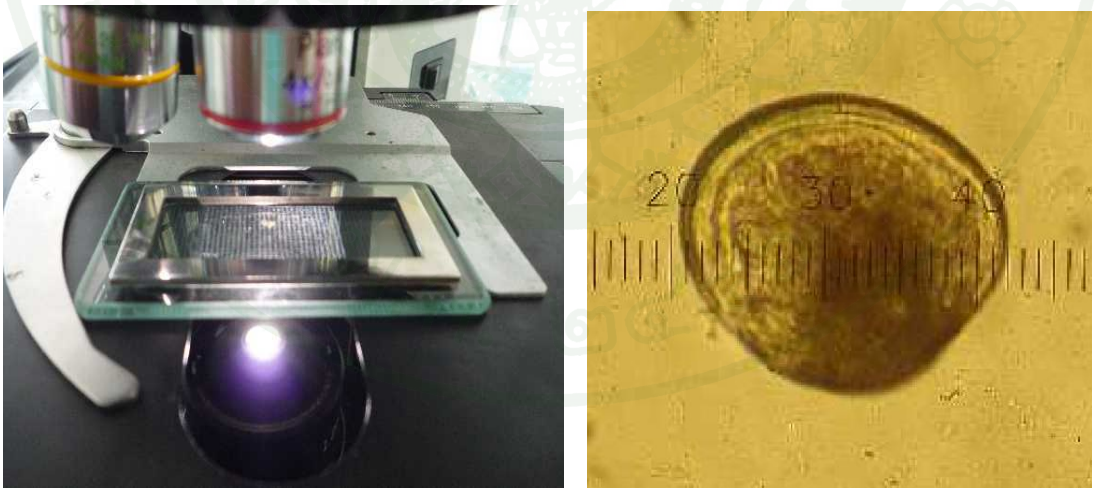
ภาพผนวกที่ ก7 ชุดการทดลองที่ใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*

ภาพผนวกที่ ก8 แพลงก์ตอนพืชที่นำมาใช้อนุบาลลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

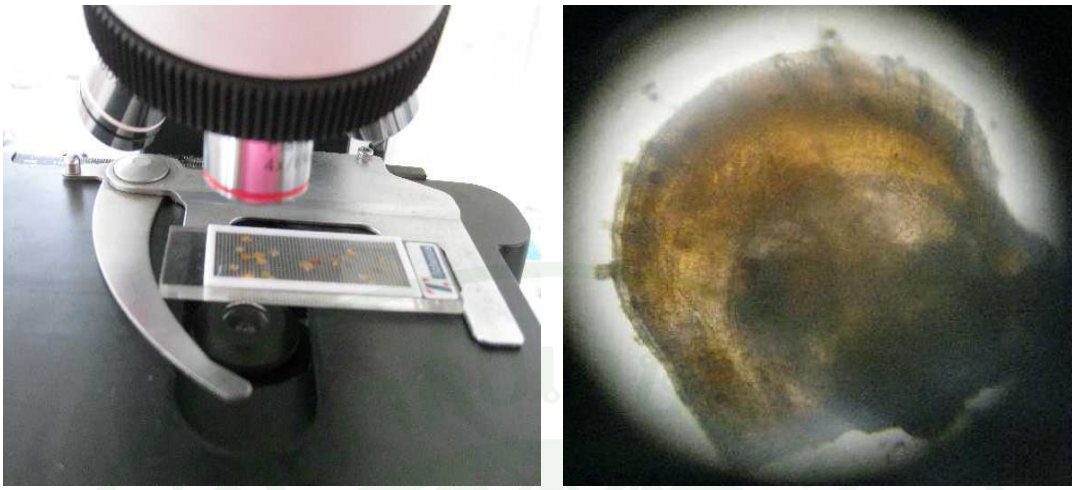


ภาพผนวกที่ ก9 การสุ่มลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*



ภาพผนวกที่ ก10 การตรวจวัดขนาดลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* จากชุดทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

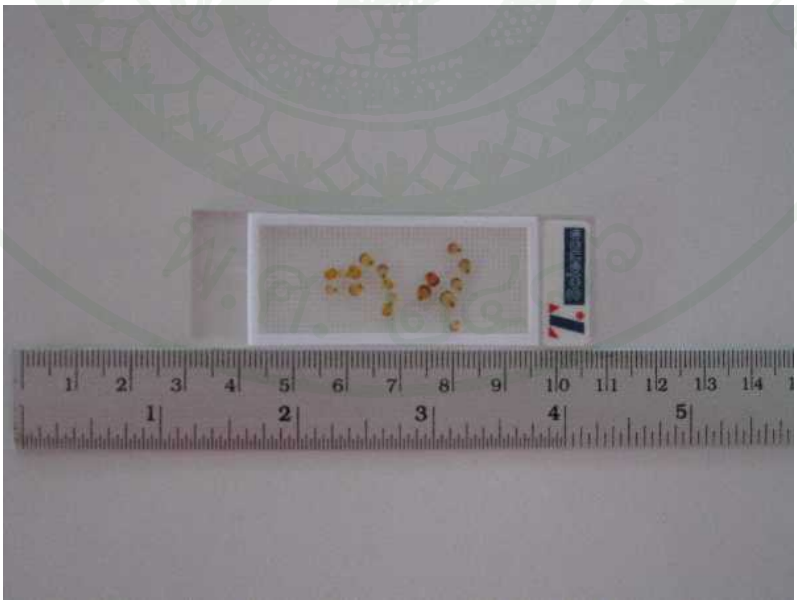


ภาพผนวกที่ ก11 การตรวจดูพัฒนาการของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* จากชุดทดลอง

ภาพผนวกที่ ก12 การเปลี่ยนถ่ายน้ำลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ในแต่ละชุดทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ก13 การตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการ และการเก็บคุณภาพน้ำไปวิเคราะห์



ภาพผนวกที่ ก14 ลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ระยะวัยรุ่น (Early juvenile) อายุ 50 วัน ที่ได้จากการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

การเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
เริ่มต้น	1	100	80	15	
		105	80	7	
		105	85	8	
	เฉลี่ย	103.00±2.54	81.30±2.25		100.00
ความเค็ม 10 ppt	1-3	-	-	-	0
ความเค็ม 15 ppt	1-3	100	80	6	
		105	80	4	
		105	85	2	
	เฉลี่ย	103.00±2.61	81.00±1.95		0.22
ความเค็ม 20 ppt	1-3	100	80	6	
		105	80	1	
		105	85	2	
		110	85	1	
	เฉลี่ย	103.00±3.54	81.50±2.42		4.00
	5-7	100	80	5	
		100	85	1	
		105	80	1	
		105	85	2	
		110	85	1	
		105	85	2	
	เฉลี่ย	103.00±3.54	82.00±2.58		0.04

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 25 ppt	1-3	100	80	5	
		105	80	6	
		105	85	7	
		110	80	1	
		110	85	11	
	เฉลี่ย	106.00±3.64	83.00±2.49		12.00
	5-7	105	85	1	
		110	90	7	
		115	90	1	
		115	95	1	
	เฉลี่ย	111.00±2.84	90.00±2.36		2.66
	9-11	105	85	1	
		110	90	4	
		115	90	3	
		115	95	2	
	เฉลี่ย	112.00±3.50	90.50±2.84		0.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชุดทดลอง ที่	อายุ (วัน)	ความยาว เปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูง เปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 30 ppt	1-3	110	85	12	
		110	90	11	
		115	90	7	
	เฉลี่ย	111.20±2.15	88.00±2.49		25.33
	5-7	115	90	5	
		120	90	1	
		120	95	19	
		125	100	4	
		125	105	1	
	เฉลี่ย	120.00±2.94	95.00±3.47		7.55
	9-11	130	115	2	
		135	115	1	
		135	120	4	
		135	125	3	
	เฉลี่ย	134.00±2.11	120.00±4.08		2.22
	13-15	140	125	2	
		145	130	4	
		150	135	4	
	เฉลี่ย	146.00±3.94	131.00±3.94		1.11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
	21	220	205	3	
		225	205	2	
		230	210	2	
		235	210	1	
		235	215	2	
	เฉลี่ย	227.50±6.35	208.50±4.12		0.39
	30	290	275	1	
		295	275	2	
		295	280	5	
		300	285	2	
	เฉลี่ย	295.50±2.84	279.50±3.69		0.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
เริ่มต้น	1	100	80	26	
		105	80	3	
		105	85	1	
	เฉลี่ย	101.00±1.73	80.20±0.91		100.00
ความเค็ม 10 ppt	1-3	-	-	-	0.00
ความเค็ม 15 ppt	1-3	100	80	9	
		105	85	1	
	เฉลี่ย	101.00±1.58	80.50±1.58		0.08
ความเค็ม 20 ppt	1-3	100	80	7	
		105	85	3	
	เฉลี่ย	102.00±2.42	81.50±2.42		2.67
	5-7	100	80	5	
		105	80	1	
		105	85	2	
	เฉลี่ย	102.00±2.59	81.30±2.31		0.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ชุดทดลอง ที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 25 ppt	1-3	100	80	5	
		105	80	12	
		105	85	11	
		110	80	1	
		110	85	1	
	เฉลี่ย	105.00±2.40	82.00±2.49		10.22
ความเค็ม 25 ppt	5-7	105	85	2	
		110	85	4	
		110	90	2	
		115	90	2	
	เฉลี่ย	110.00±3.33	87.00±2.58		2.22
	9-11	115	90	1	
		110	90	1	
		120	90	1	
	เฉลี่ย	115.00±5.00	90.00±0.00		0.01
ความเค็ม 30 ppt	1-3	105	80	12	
		105	85	2	
		110	85	10	
		110	90	6	
	เฉลี่ย	108.00±2.54	84.00±3.81		22.67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 30 ppt	5-7	115	90	17	
		120	90	2	
		120	95	10	
		120	100	1	
	เฉลี่ย	117.00±2.49	92.00±2.82		7.56
	9-11	120	105	1	
		125	105	6	
		130	110	3	
	เฉลี่ย	126.00±3.16	107.00±2.42		1.78
	13-15	130	110	2	
		135	115	5	
		135	120	3	
	เฉลี่ย	134.00±2.11	115.50±3.69		0.28
	21	215	200	1	
		225	205	5	
		230	210	2	
	เฉลี่ย	225.00±4.63	205.63±3.20		0.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 ขนาดความยาวและความสูงเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
เริ่มต้น	1	100	80	10	
		105	80	10	
		105	85	10	
	เฉลี่ย	103.33±2.40	81.67±2.40		100.00
ความเค็ม 10 ppt	1-3	-	-	-	0.00
ความเค็ม 15 ppt	1-3	100	80	4	
		105	80	10	
		110	80	6	
		110	85	7	
		115	90	3	
	เฉลี่ย	107.50±4.31	82.17±3.39		26.67
ความเค็ม 20 ppt	1-3	110	80	5	
		110	90	2	
		115	90	9	
		120	90	3	
		120	95	5	
		120	100	5	
		120	105	1	
	เฉลี่ย	116.17±4.09	91.33±6.69		66.67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 20 ppt	5-7	120	105	4	
		125	105	7	
		125	110	4	
		130	110	13	
		130	115	2	
	เฉลี่ย	126.83±3.59	108.50±2.99		28.44
	9-11	130	115	2	
		135	115	5	
		140	120	3	
	เฉลี่ย	135.50±3.69	116.50±2.42		1.33
	13-15	135	115	3	
		140	120	4	
		150	125	3	
	เฉลี่ย	141.50±6.26	120.00±4.08		0.06
ความเค็ม 25 ppt	1-3	110	90	3	
		110	95	2	
		115	95	3	
		115	100	2	
		120	100	3	
		120	105	13	
		125	110	4	
	เฉลี่ย	118.17±4.64	101.67±6.06		88.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 25 ppt	5-7	130	110	4	
		135	110	3	
		135	115	12	
		140	115	1	
		140	120	6	
		140	125	4	
	เฉลี่ย	136.17±3.39	116.17±4.86		48.00
	9-11	160	130	8	
		160	135	3	
		170	135	4	
		170	140	7	
		175	140	6	
		180	145	2	
	เฉลี่ย	168.00±6.77	136.50±4.76		18.66
	13-15	170	150	10	
		180	150	2	
		180	155	3	
		180	160	4	
		185	160	7	
		190	165	3	
		190	170	1	
	เฉลี่ย	179.17±7.32	156.33±6.01		7.11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 25 ppt	21	210	190	2	
		210	195	1	
		220	205	3	
		225	210	2	
		235	210	1	
		235	215	1	
	เฉลี่ย	221.00±9.37	203.50±8.83		0.17
ความเค็ม 30 ppt	1-3	110	95	3	
		120	105	7	
		125	105	3	
		125	110	10	
		125	115	7	
	เฉลี่ย	122.33±4.69	108.00±5.81		93.33
	5-7	135	115	4	
		140	115	2	
		140	120	3	
		145	120	2	
		145	125	2	
		150	130	11	
		150	135	6	
	เฉลี่ย	145.67±5.68	126.00±7.36		83.56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 30 ppt	9-11	190	170	3	
		195	170	3	
		195	175	3	
		200	175	3	
		200	180	4	
		205	180	4	
		210	180	3	
		210	185	5	
		210	190	2	
	เฉลี่ย	202.00±7.02	178.50±5.89		50.22
	13-15	210	180	3	
		210	185	7	
		210	190	3	
		220	190	9	
		225	190	3	
		225	195	5	
	เฉลี่ย	217.00±6.51	188.67±4.34		33.34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 30 ppt	21	370	360	3	
		375	360	4	
		375	365	4	
		380	375	6	
		395	375	2	
		395	390	6	
		420	390	2	
		420	400	3	
	เฉลี่ย	388.33±16.83	376.67±13.85		16.00
	30	500	600	6	
		550	600	3	
		550	650	3	
		600	650	4	
		600	700	5	
		650	750	2	
		700	800	4	
		750	800	1	
		750	850	2	
	เฉลี่ย	601.67±80.39	688.33±83.75		8.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ชุดทดลองที่	อายุ (วัน)	ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร)	ความสูงเปลือก (ไมโครเมตร)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
ความเค็ม 30 ppt	50	1,200	1,500	1	
		1,200	1,600	2	
		1,500	1,700	2	
		1,500	1,800	3	
		1,600	1,800	4	
		1,800	2,000	5	
		1,800	2,200	2	
		2,000	2,200	3	
		2,000	2,300	4	
		2,200	2,500	2	
		2,500	2,800	1	
		2,500	3,000	1	
	เฉลี่ย	1,783.33±335.37	2,056.67±353.98		1.94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 อัตราการรอดตายของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
30 ppt	1-3	400	1	19	7,600	25.33	
			2	16	6,400	21.33	
			3	22	8,800	29.33	
			เฉลี่ย			25.33±4.00	
	5-7	400	1	4	1,600	5.33	
			2	6	2,400	8.00	
			3	7	2,800	9.33	
			เฉลี่ย			7.55±2.04	
	9-11	200	1	3	600	2.00	
			2	3	600	2.00	
			3	4	800	2.67	
			เฉลี่ย			2.22±0.39	
	13-15	200	1	2	400	1.33	
			2	2	400	1.33	
			3	1	200	0.67	
			เฉลี่ย			1.11±0.38	
	21	50	1	3	150	0.50	
			2	2	100	0.33	
			3	2	100	0.33	
			เฉลี่ย			0.39±0.09	
	30	50			20	0.07±0.00	นับทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
25 ppt	1-3	400	1	9	3,600	12.00	
			2	11	4,400	14.67	
			3	7	2,800	9.33	
			เฉลี่ย			12.00±2.67	
	5-7	200	1	5	1,000	3.33	
			2	4	800	2.67	
			3	3	600	2.00	
			เฉลี่ย			2.66±0.67	
	9-11	10			10	0.03±0.00	นับทั้งหมด
20 ppt	1-3	400	1	2	800	2.67	
			2	3	1,200	4.00	
			3	4	1,600	5.33	
			เฉลี่ย			4.00±1.33	
	5-7				12	0.04±0.00	นับทั้งหมด
15 ppt	1-3	50	1	2	100	0.33	
			2	1	50	0.17	
			3	1	50	0.17	
			เฉลี่ย			0.22±0.09	
10 ppt	1-3	10			0	0.00±0.00	นับทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 อัตรารอดของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
30 ppt	1-3	400	1	17	6,800	22.67	
			2	14	5,600	18.67	
			3	20	8,000	26.67	
			เฉลี่ย			22.67±4.00	
	5-7	400	1	7	2,800	9.33	
			2	5	2,000	6.67	
			3	5	2,000	6.67	
			เฉลี่ย			7.56±1.54	
	9-11	200	1	3	600	2.00	
			2	3	600	2.00	
			3	2	400	1.33	
			เฉลี่ย			1.78±0.39	
	13-15	50	1	2	100	0.33	
			2	2	100	0.33	
			3	1	50	0.17	
			เฉลี่ย			0.28±0.09	
	21	10			8	0.03±0.00	นับทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
25 ppt	1-3	400	1	10	4,000	13.33	
			2	7	2,800	9.33	
			3	6	2,400	8.00	
			เฉลี่ย			10.22±2.77	
	5-7	200	1	4	800	2.67	
			2	4	800	2.67	
			3	2	400	1.33	
			เฉลี่ย			2.22±0.77	
	9-11	10			3	0.01±0.00	นับทั้งหมด
20 ppt	1-3	200	1	5	1,000	3.33	
			2	4	800	2.67	
			3	3	600	2.00	
			เฉลี่ย			2.67±0.67	
	5-7	10			8	0.03±0.00	นับทั้งหมด
15 ppt	1-3	10	เฉลี่ย		23	0.08±0.00	นับทั้งหมด
10 ppt	1-3	10	เฉลี่ย		0	0.00±0.00	นับทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข6 อัตรารอดของลูกหอยเชลล์ *M. senatoria* ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
30 ppt	1-3	400	1	68	27,200	90.67	
			2	70	28,000	93.33	
			3	72	28,000	96.00	
			เฉลี่ย			93.33±2.67	
	5-7	400	1	60	24,000	80.00	
			2	62	24,800	82.67	
			3	66	26,400	88.00	
			เฉลี่ย			83.56±4.07	
	9-11	400	1	35	14,000	46.67	
			2	41	16,400	54.67	
			3	37	14,800	49.33	
			เฉลี่ย			50.22±4.07	
	13-15	400	1	20	8,000	26.67	
			2	26	10,400	34.67	
			3	29	11,600	38.67	
			เฉลี่ย			33.34±6.11	
	21	400	1	9	3,600	12.00	
			2	12	4,800	16.00	
			3	15	6,000	20.00	
			เฉลี่ย			16.00±4.00	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข6 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
30 ppt	30	400	1	8	3,200	10.67	
			2	7	2,800	9.33	
			3	5	2,000	6.67	
			เฉลี่ย			8.89±2.04	
	50				583	1.94±0.00	นับทั้งหมด
25 ppt	1-3	400	1	60	24,000	80.00	
			2	70	28,000	93.33	
			3	68	27,200	90.67	
			เฉลี่ย			88.00±7.05	
	5-7	400	1	30	12,000	40.00	
			2	35	14,000	46.67	
			3	43	17,200	57.33	
			เฉลี่ย			48.00±8.74	
	9-11	400	1	16	6,400	21.33	
			2	13	5,200	17.33	
			3	13	5,200	17.33	
			เฉลี่ย			18.66±2.31	
	13-15	400	1	5	2,000	6.67	
			2	6	2,400	8.00	
			3	5	2,000	6.67	
			เฉลี่ย			7.11±0.77	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข6 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่	อายุ (วัน)	สุ่มจากปริมาตร (ml)	ซ้ำที่	จำนวน (ตัว/ml)	จำนวนทั้งหมด (ตัว)	อัตรารอด (%)	หมายเหตุ
เริ่มต้น	1				30,000	100.00	
25 ppt	21	50	1	1	50	0.17	
			2	1	50	0.17	
			3	1	50	0.17	
			เฉลี่ย			0.17±0.00	
20 ppt	1-3	400	1	47	18,800	62.67	
			2	54	21,600	72.00	
			3	49	19,600	65.33	
			เฉลี่ย			66.67±4.81	
	5-7	400	1	18	7,200	24.00	
			2	21	8,400	28.00	
			3	25	10,000	33.33	
			เฉลี่ย			28.44±4.68	
	9-11	200	1	2	400	1.33	
			2	2	400	1.33	
			3	2	400	1.33	
			เฉลี่ย			1.33±0.00	
	13-15	10			17	0.06±0.00	
15ppt	1-3	400	1	17	6,800	22.67	
			2	23	9,200	30.67	
			3	20	8,000	26.67	
			เฉลี่ย			26.67±4.00	
10 ppt	1-3	10			0	0.00±0.00	นับทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข7 คุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องบางประการ

ชุดการทดลองที่ใช้ลูกหอยเชลล์ที่ได้จาก	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)
พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 1 ระดับความเค็ม 10 ระดับ	10.32±0.02	28.26±0.03	8.58±0.06	7.56±0.06	0.018±0.001	0.021±0.001
ความเค็ม 15 ระดับ	15.32±0.05	28.09±0.29	8.24±0.18	7.61±0.04	0.017±0.003	0.039±0.001
ความเค็ม 20 ระดับ	20.30±0.06	28.19±0.35	7.85±0.33	7.69±0.13	0.012±0.004	0.023±0.019
ความเค็ม 25 ระดับ	25.31±0.05	28.31±0.37	7.64±0.25	7.71±0.14	0.009±0.001	0.021±0.023
ความเค็ม 30	30.29±0.10	28.41±0.49	7.41±0.30	7.70±0.08	0.008±0.001	0.027±0.020

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข7 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่ใช้ลูกหอยเชลล์ที่ได้จาก	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)
พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 2 ระดับความเค็ม 10 ระดับ	10.24±0.02	28.32±0.09	8.51±0.07	7.58±0.05	0.014±0.001	0.022±0.012
ความเค็ม 15 ระดับ	15.27±0.03	28.02±0.26	8.21±0.15	7.62±0.04	0.014±0.005	0.020±0.013
ความเค็ม 20 ระดับ	20.32±0.06	28.00±0.28	7.95±0.22	7.67±0.15	0.011±0.003	0.024±0.024
ความเค็ม 25 ระดับ	25.33±0.04	28.11±0.32	7.70±0.22	7.70±0.10	0.010±0.002	0.028±0.034
ความเค็ม 30	30.30±0.10	28.30±0.52	7.44±0.30	7.72±0.09	0.0085±0.001	0.028±0.023

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข7 (ต่อ)

ชุดการทดลองที่ใช้ลูกหอยเชลล์ที่ได้จาก	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (°C)	ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง	ไนไตรท์ (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)
พ่อแม่พันธุ์ชุดที่ 3 ระดับความเค็ม 10 ระดับ	10.12±0.02	28.1±0.04	8.21±0.08	7.52±0.04	0.017±0.001	0.027±0.006
ความเค็ม 15 ระดับ	15.20±0.07	28.00±0.21	8.10±0.06	7.59±0.03	0.016±0.003	0.020±0.019
ความเค็ม 20 ระดับ	20.24±0.06	28.00±0.40	7.58±0.44	7.62±0.10	0.012±0.003	0.026±0.018
ความเค็ม 25 ระดับ	25.24±0.06	27.99±0.27	7.47±0.32	7.65±0.12	0.009±0.001	0.028±0.021
ความเค็ม 30	30.27±0.08	28.05±0.38	7.37±0.30	7.68±0.09	0.008±0.001	0.027±0.021

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายสาโรจน์ เริ่มดำริห์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	8 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการประมง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์