ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการพัฒนาตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามนอกตัวแม่

Effect of formalin and hydrogen peroxide on *in vitro* embryogenesis of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

ชื่อนักศึกษา นางสาวนวนิตย์ สว่างจิตต์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 5 เดือน 12.6 พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง 23041

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการพัฒนาตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามนอกตัวแม่

Effect of formalin and hydrogen peroxide on *in vitro* embryogenesis of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

T099184

โดย

นางสาวนวนิตย์ สว่างจิตต์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ภาคการศึกษาที่ 2/2548

สน.
ส 297ผ
2548

สขหมู่.....
สขทะเบียน.....99184
วัน.เดือน.ปี.....15 JUN 2009

.b.....1188211K
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการพัฒนาตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามนอกตัวแม่

Effect of formalin and hydrogen peroxide on *in vitro* embryogenesis of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

การศึกษาระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลิน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการฟักไข่กุ้งก้ามกรามในห้องปฏิบัติการ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 9 ทรีทเมนต์ ได้แก่ กลุ่มควบคุม ฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 10, 20, 30, 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 10, 20, 30, 40 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำใช้ไข่กุ้งก้ามกรามจำนวน 100 ฟอง ใส่ในน้ำความเค็ม 15 ส่วนในพัน แช่สารเคมี 1 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนถ่ายน้ำ พร้อมทั้งให้อากาศตลอดเวลา ไข่กุ้งก้ามกรามฟักเป็นตัวอ่อนภายใน 12-14 วัน

การใช้ฟอร์มาลินหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่า อัตราการฟักไข่กุ้งก้ามกรามมีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่กุ้งก้ามกรามดีที่สุดคือ 80.33±1.76% ซึ่งมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีอัตราการฟักเฉลี่ยเท่ากับ 66.33±2.19%, 65.33±4.33% และ 45.67±3.93% ตามลำดับ ส่วนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่กุ้งก้ามกรามคือ 76.33±3.71% ซึ่งมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีอัตราการฟักเฉลี่ยเท่ากับ 48.67±2.33%, 51.67±2.73% และ 65.33±3.38% ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการฟักเฉลี่ยเท่ากับ 57.00±1.73%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่าย โดยบุคคลที่ผู้เขียนจะกล่าวถึงต่อไปนี้ได้มีส่วนช่วยเหลือที่ทำให้ปัญหาพิเศษของผู้เขียนมีความสมบูรณ์ และหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนก็ต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ เป็นอย่างสูง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะวิธีการทดลองต่างๆ ระหว่างทำการทดลองตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นจนปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณาจารย์ทั้งหลายที่อบรม สั่งสอน ให้ความรู้ ทำให้ข้าพเจ้าได้มาถึงวันนี้ได้

ขอขอบคุณคุณพ่อปัญญา คุณแม่ฉวี สว่างจิตต์ ที่ให้กำเนิด เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า และยังส่งเสริมกำลังทรัพย์ให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ได้ ขอขอบพระคุณอย่างสูง ด้วยความเคารพยิ่ง

ขอขอบคุณบุปผา จงพัฒน์ คุณสุดา โสภารักษ์ คุณแสง ฟักหอม และคุณสัญญา นามธรรม ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในระหว่างการเตรียมการทำการทดลอง

ขอขอบคุณนายสุรพงษ์ เพียรทอง นายอนุพงษ์ ใจสมุทร นายธรรมนูญ ชัยฤกษ์ นางสาวทัศนี จันทร์ดนตรี นางสาวนงค์ลักษณ์ เอี่ยมจำรัส นางสาวชุลีพร อินทปาสาน และนายบุญเลิศ มะโนราห์ ที่คอยให้การช่วยเหลือตลอดจนจบการทำปัญหาพิเศษ

นวนิตย์ สว่างจิตต์

กุมภาพันธ์ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการฟักไข่เป็นตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามในแต่ละวัน	16
2	อัตราการฟักไข่กุ้งก้ามกรามเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	18
3	อัตราไข่กุ้งก้ามกรามที่เสียเฉลี่ยแต่ละวัน	19
4	ไข่เสียของไข่กุ้งก้ามกรามเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	21
ตารางผนวกที่		
1	จำนวนไข่ที่ฟักแต่ละวันของการใช้ฟอร์มาลิน	25
2	จำนวนไข่ที่ฟักแต่ละวันของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	25
3	จำนวนไข่เสียแต่ละวันของการใช้ฟอร์มาลิน	26
4	จำนวนไข่เสียแต่ละวันของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	27

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สีของไข่กุ้งก้ามกราม	7
2	อัตราการฟักไข่ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ	17
3	อัตราการเสียของไข่ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์สองน้ำ อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดที่มีทางน้ำไหลเชื่อมต่อกับทะเล จัดอยู่ในพวก crustacean กุ้งก้ามกรามมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า giant freshwater prawn และยังมีชื่อเรียกที่เป็นภาษาไทยอีกหลายชื่อ ซึ่งมักมีการเรียกแตกต่างกันออกไปตามท้องถิ่น เช่นกุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งแห กุ้งใหญ่ กุ้งก้ามเกลี้ยง กุ้งแม่น้ำ และแม่กุ้ง กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

ปัจจุบันกุ้งก้ามกรามจัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ที่มีการบริโภคกันมากอย่างแพร่หลายมิใช่แค่ในประเทศไทยเท่านั้น ยังมีการส่งออกเป็นสินค้าทั้งสดและแปรรูปไปยังทั่วโลก ทำให้กุ้งก้ามกรามกลายเป็นกุ้งที่มีความต้องการอีกชนิดหนึ่ง ในอดีตกุ้งก้ามกรามสามารถจับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ แต่เนื่องจากในปัจจุบันแหล่งน้ำต่างๆ ของประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ลดน้อยลงมาก ทำให้กุ้งก้ามกรามในธรรมชาติลดลง จึงได้มีการริเริ่มเพาะเลี้ยงและปรับปรุงสายพันธุ์กุ้งก้ามกรามเกิดขึ้น ซึ่งลูกกุ้งส่วนมากที่ฟักจะออกมาจากไข่ที่ตัวแม่อุ้มไข่ไว้บริเวณขาว่ายน้ำ ส่วนการทดลองครั้งนี้ปัจจุบันได้มีการทดลองนำไข่ที่แยกจากตัวแม่มาเพาะฟักในห้องปฏิบัติการ แต่ในช่วงระยะเวลาที่นำไข่กุ้งแยกออกจากตัวแม่มาทำการเพาะฟักในห้องปฏิบัติการนั้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะแวดล้อมต่างๆ โดยอาจจะพบปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำการเพาะฟัก เช่น การขาดออกซิเจนของไข่กุ้งหรืออาจเกิดการติดเชื้อราแบคทีเรีย และปรสิตภายนอก เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้ไข่กุ้งไม่ฟักเป็นตัว จึงได้ทดลองใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการป้องกันแบคทีเรียและปรสิตที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาระยะต่างๆ ของไข่กุ้ง โดยสารเคมีที่นำมาใช้ได้แก่ ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสารเคมีทั้งสองชนิดนี้ได้มีการใช้รักษาโรคและปรสิตที่เกิดกับตัวสัตว์น้ำ รวมทั้งไข่ของสัตว์น้ำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมต่อไข่กุ้งก้ามกรามที่แยกจากตัวแม่มาพัฒนาตัวอ่อนในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมกับไข่กุ้งก้ามกรามที่แยกจากตัวแม่มาพัฒนาตัวอ่อนในช่วงการเพาะฟัก
2. อาจใช้เป็นวิธีการแยกไข่กุ้งก้ามกรามจากตัวแม่ไปเพาะฟักในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการทดลองอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)

1.1 ประวัติการเพาะกุ้งก้ามกราม

จากเอกสารแนะนำกรมประมงของสมพงษ์ (2546) ได้กล่าวว่า ประเทศไทยนั้นมีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมานานกว่า 40 ปีแล้ว และเลี้ยงกันมากบริเวณภาคกลาง โดยเฉพาะที่จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครปฐม ในส่วนราชการที่รับผิดชอบนั้น กรมประมงได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามครั้งแรกในปี พ.ศ. 2499 โดยนักวิชาการของสถานีประมงจังหวัดนครสวรรค์ ได้รวบรวมลูกกุ้งบริเวณท้ายเขื่อนเจ้าพระยานำมาเลี้ยงในบ่อดินขนาด 30 ตารางเมตร โดยปล่อยเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 1 ตัวต่อตารางเมตร และให้เนื้อปลาหมอเทศนึ่งเป็นอาหาร หลังจากที่เลี้ยงระยะเวลา 4 เดือน ผลปรากฏว่า กุ้งมีอัตรารอด 13 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 60 กรัม หลังจากนั้นได้มีการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมาตลอด โดยเฉพาะที่สถานีประมงน้ำจืดชัยนาทและที่แผนกทดลองเพาะเลี้ยงบางเขน กรุงเทพฯ ปัจจุบันคือสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด ซึ่งได้ทดลองปรับวิธีการเลี้ยงให้เหมาะสมกับสภาพในขณะนั้นในปี พ.ศ. 2508 สถานีประมงน้ำจืดชัยนาท ได้รวบรวมลูกกุ้งก้ามกรามจากธรรมชาตินำมาทดลองเลี้ยงจนได้ที่ขนาดที่ตลาดต้องการใช้เวลาเลี้ยง 6 เดือน และมีอัตรารอด 76 เปอร์เซ็นต์ ต่อจากนั้นได้มีการทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพื่อการค้า เนื่องจากราคากุ้งก้ามกรามในขณะนั้นมีราคาสูงขึ้น แต่มีปัญหาที่ไม่สามารถหาลูกกุ้งเพื่อนำมาเลี้ยงได้พอเพียง

กรมประมงได้เห็นความสำคัญของกุ้งก้ามกราม เพราะเป็นสัตว์น้ำที่มีความคัญทางเศรษฐกิจและในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลง ในปี 2509 นายสุจิต ภิญโญยิ่ง และคณะได้ทดลองนำแม่กุ้งก้ามกรามที่มีไข่แก่มาทดลองให้วางไข่ในตู้กระจกเป็นครั้งแรก พบว่าลูกกุ้งวัยอ่อนมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ก็ตายหมด ทั้งนี้เพราะในตู้กระจกใส่น้ำจืด สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมที่ลูกกุ้งจะดำรงชีพอยู่ได้ ต่อมา ดร.เซา เวลลิง ประสบความสำเร็จในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม โดยพบว่าสภาพน้ำที่มีความเค็มผสมบ้างหรือน้ำกร่อย เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อลูกกุ้งโดยทำให้ลูกกุ้งมีการเจริญเติบโต และพัฒนารูปร่างเหมือนพ่อแม่

ในปี พ.ศ. 2520 รัฐบาลไทยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เพื่อตั้งศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ปัจจุบันคือศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้ทดลองค้นคว้าวิจัยในการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามจนประสบผลสำเร็จในการเพาะลูกกุ้งก้ามกรามได้จำนวนมากและจำหน่ายให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงในบ่อดินตลอดจนปล่อยแหล่งน้ำอย่างพอเพียง นอกจากนี้ยังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายทอดความรู้การเพาะเลี้ยงและอนุบาลลูกกุ้งตลอดจนการเลี้ยงให้เกษตรนำไปปฏิบัติส่งผลให้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั่วประเทศไทย

1.2 ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม

อนุกรมวิธาน

Phylum Arthopoda

Class Crustacea

Order Decapoda

Suborder Natantia

Family Palaemonidae

Genus Macrobrachium

Species rosenbergii

ชื่อเรียกทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ กุ้งก้ามกราม, กุ้งนาง, กุ้งหลวง, กุ้งก้ามเกลี้ยง, กุ้งแห, กุ้งใหญ่

ชื่อสามัญ giant freshwater prawn

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Macrobrachium rosenbergii*

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ของประเทศไทย ตัวโตที่สุดมีความยาวจากหัวถึงหางประมาณ 25 เซนติเมตร หนัก 470 กรัมพบที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (http://www.kungthai.com/shrimp3.html)

1.3 ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามมีลำตัวเป็นปล้อง ส่วนหัวและอกจะคลุมด้วยเปลือกชิ้นเดียวกัน ส่วนของลำตัวเปลือกจะแยกเป็นปล้องๆ กุ้งก้ามกรามมีหนวด 2 คู่ ขาเดิน 5 คู่ และขาว่ายน้ำ 5 คู่ ปลายหางจะมีลักษณะเป็นหนามแหลมและแพนหาง 2 ข้าง ขาเดินคู่ที่ 1 และที่ 2 จะมีปลายเป็นก้าม ส่วนคู่ที่ 3, 4 และ 5 มีลักษณะเป็นปลายแหลมธรรมดา ขาเดินคู่ที่ 2 นั้นจะเป็นก้ามที่มีขนาดใหญ่ยาวมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกุ้งตัวผู้ (ยนต์, 2529) กรีมีรูปร่างโค้งขึ้นมีลักษณะหยักเป็นฟันเลื่อย โดยด้านบนมีจำนวน 11 – 14 ซี่ ด้านล่างมีจำนวน 8 – 10 ซี่ บริเวณโคนกรีกว้างและหนา ส่วนบริเวณปลายกรียาวและแหลม ลำตัวปรกติจะมีสีเขียวหรือสีน้ำตาลเทา แต่บางครั้งพบว่ามีสีน้ำเงินเข้มโดยเฉพาะตัวที่ใหญ่และอายุมาก และบริเวณขาว่ายน้ำด้านท้องจะมีสีส้มอ่อน (สมพงษ์, 2546)

1.4 การแพร่กระจาย

กุ้งก้ามกรามมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน โดยเฉพาะในทวีปเอเชียตอนใต้ เช่น ประเทศไทย พม่า เวียดนาม มาเลเซีย บังกลาเทศ อินเดีย อินโดนีเซีย และประเทศฟิลิปปินส์ ตลอดจนหมู่เกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ ในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ในประเทศไทยพบกุ้งก้ามกรามแพร่กระจายทั่วไปในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติตามลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำปราณบุรีและลำคลองต่างๆ ที่ติดต่อกับแม่น้ำดังกล่าวก็พบกุ้งก้ามกราม ซึ่งส่วนมากจะพบในจังหวัดภาคกลาง ส่วนในภาคตะวันออกพบที่แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำระยอง จ. ระยอง และแม่น้ำเวฬุ จ.ตลาด ส่วนในภาคเหนือเคยพบกุ้งก้ามกรามที่แม่น้ำเมย จ. ตาก ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำสาละวิน ซึ่งไหลลงสู่ทะเลที่ประเทศพม่า นอกจากนี้ยังพบกุ้งก้ามกรามในภาคใต้ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัตตานี พัทลุง ชุมพร นครศรีธรรมราช และที่ทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา (สมพงษ์, 2546)

1.5 ความแตกต่างของกุ้งเพศผู้และเพศเมีย

กุ้งที่มีขนาดโตสามารถที่จะแยกเพศผู้เพศเมียได้ง่าย โดยปกติในกุ้งที่โตเต็มวัยตัวผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าตัวเมีย ก้ามของตัวผู้จะมีขนาดใหญ่ ก้ามตัวเมียจะมีขนาดเล็ก เปลือกหุ้มตัวส่วนท้องของตัวผู้จะแคบ ของตัวเมียจะกว้าง ลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้อย่างชัดเจนในการแยกเพศกุ้ง

สำหรับกุ้งที่ยังไม่โตเต็มที่อาจจะใช้ลักษณะอื่นเข้าช่วย ซึ่งจะต้องดูละเอียดขึ้น ลักษณะที่สามารถใช้แยกเพศกุ้งตั้งแต่ตัวเล็กถึงตัวโต คือ ลักษณะของขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างเพศผู้และเพศเมีย กุ้งเพศเมียตรงปลายขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ตรงปล้องสุดท้ายจะแยกออกเป็นแขนง 3 อัน โดยอันเล็กสุดอยู่ด้านใน ส่วนกุ้งเพศผู้ปลายขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 จะแยกเป็นแขนง 4 อัน โดยมีเพิ่มเข้ามาอีก 1 อันระหว่างอันที่ 2 และอันที่ 3 ส่วนที่เพิ่มขึ้นมานี้เรียก แอพเพนดิก มัสคูลิน่า ซึ่งพบเฉพาะในกุ้งเพศผู้ซึ่งจะแทรกอยู่ระหว่างแขนงอันที่ 2 คือ เอ็นโดพอด และแขนงอันที่ 3 คือ แอพเพนดิก อินเทอร์น่า สำหรับแขนงอันที่ 1 มีชื่อเฉพาะว่า เอ็กโซพอด

การแยกเพศกุ้งโดยวิธีดูปลายขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 นี้ ถ้าเป็นกุ้งขนาดโตก็สามารถแยกได้ง่าย แต่ถ้าเป็นกุ้งขนาดเล็กจะต้องใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ช่วยจึงจะเห็นได้ชัด

ลักษณะอื่นๆ ที่สามารถจะใช้แยกเพศกุ้งขนาดปานกลางหรือขนาดใหญ่ได้ ได้แก่ ช่องเปิดสำหรับน้ำเชื้อตัวผู้และช่องเปิดสำหรับรังไข่ โดยในตัวผู้ช่องเปิดจะอยู่ที่บริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 ส่วนตัวเมียช่องเปิดจะอยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ 3 ลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่อาจช่วยในการแยกเพศกุ้งคือที่ปล้องที่ 1 ของส่วนท้องของกุ้งตัวผู้ตรงกลางด้านท้องจะมีปุ่มเล็กๆ สามารถรู้สึกได้โดยใช้นิ้วมือสัมผัส (ยนต์, 2529)

1.6 ระบบสืบพันธุ์

กุ้งก้ามกรามตัวผู้ต่อมผลิตน้ำเชื้อมีลักษณะเป็นพูแบน 2 พู ขนาดกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ที่ปลายเชื่อมติดต่อกัน ตำแหน่งที่ตั้งอณุ่บนส่วนที่เป็นตับและตับอ่อนจะอยู่ด้านล่างของหัวใจ ส่วนท้ายของต่อมผลิตน้ำเชื้อแต่ละพูมีท่อน้ำเชื้อมาบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคนขาเดินคู่ที่ 5 และส่งต่อมายังถุงเก็บน้ำเชื้อ ซึ่งมีช่องเปิดออกภายนอกที่โคนขาเดนคู่ที่ 5 ทั้งสองข้าง

น้ำเชื้อของกุ้งก้ามกรามเพศผู้ไม่เคลื่อนไหว มีลักษณะคล้ายดอกเห็ดมีขนาดกว้าง 7.5 ไมครอน และมีหางเล็กๆ ยาวประมาณ 12.5 ไมครอน น้ำเชื้อตัวผู้จะผลิตที่ต่อมผลิตน้ำเชื้อแล้วนำมาเก็บที่โคนขาเดินคู่ที่ 5 โดยมีผนังยาวๆ หุ้มอยู่ในถุงเก็บน้ำเชื้อและพบถุงเก็บน้ำเชื้อ 2 ถุงในกุ้ง 1 ตัว

กุ้งก้ามกรามเพศเมียมีรังไข่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับต่อมผลิตน้ำเชื้อของตัวผู้ มีลักษณะเป็นพูแบนๆ 2 พู เชื่อมติดกับทางด้านท้ายมีขนาดใหญ่ จนบังส่วนของตับและตับอ่อนทั้งหมด ในช่วงมีไข่รังไข่จะขยายใหญ่คลุมส่วนหัว อก และหัวใจ ท่อนำไข่ทั้งสองข้างเป็นท่อโค้งมีช่องเปิดออกภายนอกที่โคนขาเดินคู่ที่ 3

ความดกของไข่กุ้ง อำพนและคณะ (2510) ได้รายงานไว้ว่ากุ้งก้ามกรามขนาดยาว 12 เซนติเมตร มีจำนวนไข่ประมาณ 15,000 ฟอง ขนาด 17 – 20 เซนติเมตร มีไข่ประมาณ 70,000 – 120,000 ฟอง ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสูตร

Log F = - 2.3686 + 3.1703 Log L

F = จำนวนไข่

Log L = ความยาวลำตัวเป็นมิลลิเมตร

(สมพงษ์, 2546)

1.7 การผสมพันธุ์

ในธรรมชาติกุ้งก้ามกรามผสมพันธุ์ตลอดปี ถึงแม้ว่าจะมีบางช่วงที่จะมีอัตราการผสมพันธุ์สูงซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญ การผสมพันธุ์จะทำได้เมื่อตัวเมียลอกคราบและเปลือกยังอ่อนอยู่ตัวผู้จะเข้าผสม เชื้อตัวผู้จะอยู่ในลักษณะสารเหนียวติดอยู่ที่ส่วนหน้าอกระหว่างขาเดินของตัวเมีย ตัวเมียจะวางไข่ภายในสองสามชั่วโมงหลังจากผสมพันธุ์ ไข่ที่ปล่อยออกมาจะถูกผสมโดยเชื้อตัวผู้ที่ติดอยู่ที่ส่วนอก แล้วไข่ก็จะถูกนำเข้าไปเก็บอยู่บริเวณส่วนท้องระหว่างขาว่ายน้ำ โดยติดกับขาว่ายน้ำและส่วนท้องด้วยเนื้อเยื่อบางๆ ในระหว่างนี้ขาว่ายน้ำจะทำหน้าที่โบกพัดเพื่อให้น้ำไหลผ่านเพื่อให้ออกซิเจน (ยนต์, 2529) แม่กุ้งอาจจะใช้ขาคู่แรกช่วยทำความสะอาดไข่และคอยเก็บไข่ที่มิได้รับน้ำเชื้อตัวผู้หรือไข่ที่เสียออกทิ้ง (บรรจง, 2535)

1.8 ไข่กุ้งก้ามกราม

1.8.1 สภาพที่แม่กุ้งต้องการวางไข่

แม่กุ้งและพ่อกุ้งเมื่อพร้อมในการผสมพันธุ์ ในธรรมชาติจะเคลื่อนตัวเองมาอยู่ในที่ๆ มีน้ำกร่อย (ความเค็ม 12-15 ส่วนในพัน) บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตาปี ฯลฯ เพื่อปรับสภาวะเหมาะสมให้กับลูกกุ้งวัยอ่อนต่อไป สำหรับแม่กุ้งที่พร้อมผสม เราจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นไข่กุ้ง บางคนเรียกแก้วกุ้ง หรืออูกุ้ง มีสีส้มๆ อยู่บริเวณหัว เมื่อผสมกับพ่อกุ้งแล้ว ตัวเมียก็จะไม่ง้อตัวผู้อีกต่อไป หลังจากผสมพันธุ์ 6-12 ชั่วโมง ไข่บริเวณหัวจะเคลื่อนมาผสมกับน้ำเชื่อตัวผู้ และเคลื่อนมาอยู่บริเวณหน้าท้อง (brood pouch)

1.8.2 ลักษณะการอุ้มท้องของแม่กุ้ง

ลักษณะผนังหน้าท้อง (abdominal plate) ของกุ้งเพศเมียจะมีความกว้างมากกว่าเพศผู้ ขอบปลายของเปลือกหุ้มตัวด้านข้าง (lateral abdominal plate) ที่ยื่นเลยออกไปจากตัวพร้อมกับมีลักษณะโค้งงุ้ม ขนของขาว่ายน้ำเพศเมีย เส้นใยที่เกาะเกี่ยวระหว่างเม็ดไข่ลักษณะที่โค้งงอมากกว่าเพศผู้ ทั้งหมดเป็นเครื่องเอื้ออำนวยในการยึดเหนี่ยวของไข่ให้ติดอยู่ที่หน้าท้อง พร้อมกับการพัดโบกของขาว่ายน้ำ เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน และกำจัดตะกอนที่มาทับไข่และการทำความสะอาดกำจัดไข่เสียของแม่กุ้งด้วยขาเดินคู่ที่ 1

1.8.3 สีของไข่กุ้งก้ามกราม

สีของไข่บริเวณหัวแม่กุ้งมีสีส้ม เมื่อได้รับการผสมแล้วจะเคลื่อนมาอยู่ที่บริเวณอุ้งท้องและเปลี่ยนสีจากส้มเป็นเหลือง เทาอ่อน และเทาแก่ ภายในระยะเวลา 19-21 วัน

ภาพที่ 1 สีของไข่กุ้ง
ที่มา: ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง (2525)

1.8.4 ลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของไข่ที่อุ้งท้องแม่กุ้ง

ไข่กุ้งเมื่อรับการผสมแล้วจะเคลื่อนตัวมาอยู่ที่อุ้งท้องแม่กุ้ง นอกจากสีที่เปลี่ยนแปลงไป รูปร่างทรวดทรง และลักษณะการยึดเกาะของไข่จะเปลี่ยนแปลงไปตามวันเวลา

1.8.5 ประโยชน์ของไข่กุ้ง

1.8.5.1 ไข่ที่ติดอยู่บริเวณหัว

ไข่บริเวณหัวจะมีผู้นำมาทำอาหารจำพวกมันกุ้ง หรือแก้วกุ้ง บางครั้งผู้ทำจะใช้วิธีเอามันกุ้งจากกุ้งตัวผู้ ผสมรวมเข้ากับไข่กุ้งตัวเมีย จากนั้นก็ใส่เครื่องปรุง และบรรจุภาชนะเก็บไว้ ใช้ประกอบการปรุงอาหารชนิดอื่นๆ ต่อไป

1.8.5.2 ไข่กุ้งที่ติดอยู่บริเวณหน้าท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไข่ที่ติดอยู่บริเวณหน้าท้อง จะถูกนำมาทำความสะอาด และอัดเก็บไว้อย่างดี เพื่อจำหน่ายให้กับผู้เลี้ยงปลาสวยงาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาปอมปาดัวร์ นับว่าเพื่อเร่งให้เกิดสีเร็วขึ้นและสีฉูดฉาดขึ้น (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง, 2525)

2. **ฟอร์มาลิน** (formalin)

ชื่อเคมี IUPAC: methanal

ชื่อเคมีทั่วไป: farmaldenyde

ชื่อพ้องอื่นๆ: formalin; HCHO; formic aldehyde; formol; oxymethylene; morbicid; veracur; methylene glycol;formalin 40; BFV; fannoform; formalith; FYDE; HOCH; karsan; lysoform; superlysoform; oxomethylene; methan 21; melamine-formaldehyde resin; formaldehyde ; formaldehyde, solution, flammable; formaldehyde, solutions (formalin) (corrosive); methyl aldehyde ; methylene oxide ; oxomethane

สูตรโมเลกุล: CH_2O

สูตรโครงสร้าง:

(http://msds.pcd.go.th/reference.html)

2.1 คุณสมบัติของฟอร์มาลิน

ฟอร์มาลินเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 37-40 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นฟอร์มาลินเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติจะมีเมทธานอลผสมอยู่ประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ป้องกันไม่ให้ฟอร์มาลินเปลี่ยนรูปเป็น พาราฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นพิษมากกว่าฟอร์มาลิน สูตรทางเคมี คือ CH_2O ลักษณะโดยทั่วไปของฟอร์มาลิน คือ เป็นสารละลายใส มีกลิ่นฉุนเป็นสารรีดิวซ์รุนแรง เมื่อสัมผัสกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดฟอร์มิก หากเก็บไว้นานฟอร์มาลินจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพาราฟอร์มาลดีไฮด์ มีลักษณะเป็นตะกอนสีขาว (Rucker *et al.*, 1963)

2.2 การใช้ฟอร์มาลินในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้มีการใช้ฟอร์มาลินกันมากสำหรับการป้องกันและกำจัดปรสิตพวกโปรโตซัวและโมโนจีน รวมทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย (Wright, 1976) ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม ได้มีการป้องกันและรักษาโรคกุ้งด้วยการใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 30-50 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรมีการให้อากาศอย่างเพียงพอและควรเปลี่ยนสารละลายฟอร์มาลินใหม่ทุก 24 ชั่วโมง เพราะฟอร์มาลินจะสลายตัวได้ดีเมื่อสัมผัสกับอากาศ (สิทธิ, 2526; วินิจ และคณะ, 2530)

องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (US Food and Drug Administration; USFDA) มีการใช้ฟอร์มาลินในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตั้งแต่ 1986 สำหรับรักษาปลาและต้านปรสิตภายนอก แบคทีเรียและการติดเชื้อจากเชื้อราของไข่ (Howe *et al*., 1995)

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งมั่นจนค้นพบตัวเลือกเกี่ยวกับยาปฏิชีวนะของการควบคุมปริมาณแบคทีเรีย จากข้อมูลพื้นฐานของความเข้มข้นในการยับยั้งปฏิกิริยาที่ต่ำสุด (minimum inhibitory concentration; MIC) ฟอร์มาลินมีผลในการยับยั้งแบคทีเรีย จาก larvae และ post-larvae ของ *Macrobrachium rosenbergii* ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นการศึกษาปัจจุบันที่กว้างขวางแนะนำยาป้องกันโรคโดยใช้ฟอร์มาลินควบคุมแบคทีเรีย ฟอร์มาลินที่ความเข้มข้นต่ำมีผลสำหรับป้องกันควบคุมเชื้อรา (Marking *et al*., 1994c)

สำหรับรักษาการติดเชื้อราของไข่ปลา การใช้ฟอร์มาลินในสหรัฐอเมริกาได้มีการอนุญาตให้ใช้กับ salmonid และ esocid egg เท่านั้น นอกจากยกเว้นพิเศษที่มีการยอมให้ใช้กับสายพันธุ์อื่นๆ การศึกษาดำเนินจนได้ข้อสรุปของความปลอดภัยเกี่ยวกับการรักษาด้วยฟอร์มาลินในไข่ตัวอย่างสายพันธุ์ปลาเขตอบอุ่นและปลาเขตน้ำเย็น และข้อมูลจะสนับสนุนความต้องการของการใช้ฟอร์มาลินในไข่ สำหรับน้ำอุ่นและสายพันธุ์ปลาน้ำเย็น ไข่ของ walleye, common carp, white sucker, channel catfish และ lake sturgeon เป็นการย่อแบบการฟักไข่ในโถและใช้ฟอร์มาลิน 45 นาที ทุกวันเว้นวัน ที่ความเข้มข้น 1,500, 4,500 และ 7,500 ไมโครลิตรต่อลิตร จนปลาฟักเป็นตัวอ่อน ผลการศึกษาของ Rach *et al*. (1997) รายงานว่าการฟักพบมากในกลุ่มที่ใช้ฟอร์มาลิน 1,500 ไมโครลิตรต่อลิตร มากกว่าในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้ฟอร์มาลิน walleye eggs เป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อการกระตุ้นน้อยที่สุดและมีการฟักถึง 87 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้ฟอร์มาลิน 7,500 ไมโครลิตรต่อลิตร ส่วน lake sturgeon เป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อการกระตุ้นมากที่สุด มีการฟักเป็นตัวเฉลี่ย 54 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้ฟอร์มาลิน 1,500 ไมโครลิตรต่อลิตร ทำให้การติดเชื้ออย่างรุนแรงลดลงหรือการทำลายการฟักในกลุ่มควบคุมที่มาก ขณะที่ส่วนมากกลุ่มที่ทำการรักษาไม่มีการติดเชื้อ เป็นการยืนยันความมีประสิทธิภาพของฟอร์มาลินที่เป็นยา (Rach *et al*., 1997) ส่วน Marking *et al*. (1994b) ได้รายงานว่าการใช้ฟอร์มาลิน 1,000 ไมโครลิตรต่อลิตร 15 นาที มีผลต่อการควบคุมการติดเชื้อจากเชื้อราบนไข่ปลาเรนโบว์เทร้า และยังมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีผลในการรักษาเชื้อราในไข่ปลา

Caceci *et al*. (1996) รายงานว่า ไข่กุ้งก้ามกรามมีความไวต่อแบคทีเรียและเชื้อรา ในการป้องกันระหว่างช่วงระยะการฟักตัว โดยใช้การรักษา 3 อย่างของส่วนผสมบางอย่างของการป้องกันการเจริญของแบคทีเรียคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การรักษาด้วยฟอร์มาลินซึ่งจะประกอบด้วย 37 เปอร์เซ็นต์ของฟอร์มาดีไฮด์ ใส่ในน้ำเค็มปริมาตร 50 มิลลิลิตรใช้ปริมาตร 15 ไมโครลิตร ซึ่งเป็นการใช้ในระยะสั้น (6-8 ชั่วโมง) และ 8 ไมโครลิตร สำหรับระยะยาวของบางกรณี

2. การรักษาด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาตร 30 ไมโครลิตร ของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในน้ำเค็ม 50 มิลลิลิตร ไข่จะทนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้มากสุดประมาณ 1 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร

3. การรักษาด้วยยาปฏิชีวนะเป็นตัวประกอบที่เพิ่มเข้าไปในสารละลาย (penicillin G sodium 10,000 U/ml, streptomycin sulfate 10,000 µg/ml และ amphoteric B ที่เป็น Fungizone 25 µg/ml) เป็นยาปฏิชีวนะทางการค้า (GIBCO/BRL) ที่ได้มาของความเข้มข้นสุดท้าย 1 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในน้ำทะเล ผลของการรักษาไข่ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบเกี่ยวกับโครงร่างของตัวอ่อนเป็นปกติ

ยนต์ และประดิษฐ์ (2530) กล่าวไว้ว่า ฟอร์มาลินเป็นพิษต่อลูกกุ้งแชบ๊วย และกุ้งกุลาดำวัยอ่อนในทุกระยะค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่จะมีผลในการกำจัดโรคและปรสิต ลูกกุ้งตั้งแต่ระยะ nauplius จนถึง post larvae ต้นๆ ยังมีความทนทานต่อพิษของฟอร์มาลินไม่เพียงพอ ที่จะใช้ฟอร์มาลินในการกำจัดโรคและปรสิตได้ สำหรับกุ้งขนาดใหญ่และ post larvae ของกุ้งกุลาดำ ตั้งแต่ post larvae 6 ขึ้นไปสามารถที่จะใช้ฟอร์มาลินได้ เพราะมีความทนทานเพียงพอ ฟอร์มาลินนอกจากจะใช้ในการป้องกันและกำจัดปรสิตแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ทำความสะอาดเครื่องใช้และภาชนะในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ฆ่าเชื้อในน้ำก่อนที่จะใช้ฟักไข่หรืออนุบาลลูกปลา ลูกกุ้ง

3. **ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์** (hydrogen peroxide)

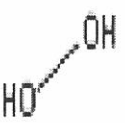
ชื่อเคมี IUPAC: hydrogen dioxide

ชื่อเคมีทั่วไป: hydrogen peroxide ; hydroperoxide

ชื่อพ้องอื่นๆ: peroxide; albone; inhibine; perhydrol; peroxan; oxydol; hioxy; dihydrogen dioxide; T-stuff; superoxol; H_2O_2; hydrogen peroxide, 30%

สูตรโมเลกุล: H_2O_2

สูตรโครงสร้าง



(http://msds.pcd.go.th/reference.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 คุณสมบัติของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารที่มีสถานะเป็นของเหลว ใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสขมและฝาด ละลายได้ดีทั้งในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ สภาพปกติที่บริสุทธิ์แข็งตัวที่ –0.43 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดที่ 150.2 องศาเซลเซียส ที่ 1 ความดันบรรยากาศ มีความหนาแน่น 1.44 กรัม/มล. (8909 ปอร์น/ลบ.ฟุต) ที่ 25 องศาเซลเซียส การผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในหลายๆ ความเข้มข้น เพื่อตอบสนองในการใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งที่มีจำหน่ายจะมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 3 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ แต่ระดับที่ใช้กันในปริมาณมากจะอยู่ในช่วงความเข้มข้น 35, 50, 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2528)

3.2 การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการควบคุมปรสิตและเชื้อโรคในสัตว์น้ำ

ด้วยคุณสมบัติในการเป็นสารที่ใช่ฆ่าเชื้อโรค ที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูง จึงได้มีความพยายามในการนำเอาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มาใช้ในการควบคุมและกำจัดเชื้อโรคต่างๆ ในสัตว์น้ำ ในปี 1994 US Food and Drug Administration (FDA) ได้จัดให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารเคมีชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้กับสัตว์น้ำ โดยจัดเป็นสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่ำ (low regulatory priority) ในระดับ 250-500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการควบคุมเชื้อราในทุกระยะ (live stage) และทุกชนิด (species) ของปลา รวมถึงไข่ด้วย โดยไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม (Marking *et al.*, 1994a)

Marking *et al.* (1994a) ทดลองใช้สารเคมี 24 ชนิด ในการป้องกันและกำจัดเชื้อราในกลุ่ม *Saprolegnia* และกลุ่มที่พบในโรงเพาะฟักทั่วไป (ubiquitous genus) ทั้งในสภาพที่มีเฉพาะเชื้อราบริสุทธิ์และไข่ปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) โดยพบว่ามีสารเคมี 7 ชนิดคือ Abbott A-73336, amorolfine, formalin, glutaraldehyde, hydrogen peroxide, melaleuca และเกลือแกง ที่ป้องกันการติดเชื้อราได้ และไม่มีเป็นอันตรายต่อไข่ปลา ซึ่งฟอร์มาลิน เกลือแกง และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่านั้นที่ได้ผลดี โดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้นที่ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถควบคุมและยับยั้งการติดเชื้อของเชื้อรา *S. parasitica* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งในระยะ 15, 30 และ 60 นาที นอกจากนี้ยังทำให้อัตราการฟักไข่เพิ่มขึ้นอีกด้วย เช่นเดียวกับ ฟอร์มาลินในระดับ 250 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกลือแกงในระดับ 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ฟอร์มาลินได้ถูกจำกัดในการใช้ควบคุมเชื้อราในไข่ปลาบางกลุ่มได้แก่ ไข่ปลาในกลุ่ม Salmonids และ Esocids

Weterstrat and Marking (1995) ได้ทำการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี 3 ชนิด ชนิดละ 2 ความเข้มข้น ในการควบคุมเชื้อราชนิด *Saprolegnia parasitica* ในไข่ของปลา fall chinook salmon (*Oncorhynchus tsharwascha*) ในช่วงระหว่างการฟักไข่ โดยใช้ฟอร์มาลิน 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (35%) 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิตร และเกลือแกงในอัตรา 15,000 และ 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ไข่ทุกวัน วันละ 15 นาที ปรากฏว่าการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด มีผลในการควบคุมและยับยั้งเชื้อราในไข่ปลาได้ โดยสังเกตจากจำนวนกลุ่มของเชื้อรา (crump) บนไข่ แต่การใช้เกลือที่ระดับ 15,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ส่วนการใช้เกลือแกงที่ระดับความเข้มข้น 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลในการควบคุมอย่างดี และจากการนับจำนวนของไข่ที่ติดเชื้อรา ยังปรากฏว่าการใช้เกลือที่ระดับ 15,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีไข่เสียที่เกิดจากการติดเชื้อราไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) คือ มีค่าเป็น 213.3 และ 218.3 ฟองตามลำดับ ส่วนการใช้สารเคมีทั้งสามชนิดในระดับอื่นมีผลยับยั้งการติดเชื้อบนไข่ได้อย่างมีประสิทธภาพ แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ระดับ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนไข่ที่ติดเชื้อเป็น 36.3, 10.3 และ 72.0, 52.0 ฟองตามลำดับ

Schreier *et al.* (1996) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการใช้ฟอร์มาลิน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกลือแกง 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการทดลองกับกลุ่มของไข่ปลาที่ไม่มีการติดเชื้อไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักระหว่างกลุ่มของไข่ที่ได้รับสารเคมีต่างชนิดกันและกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับสารเคมี แต่เมื่อทดลองกับไข่ที่ได้รับการติดเชื้อ พบว่าสารเคมีทั้งสามชนิด มีผลให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การฟักสูงและเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของไข่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 30 ใบ
2. จานเลี้ยงเชื้อ (plate)
3. เครื่องทำความร้อน
4. ปากคีบ
5. เข็มเขี่ย
6. หลอดหยด
7. หัวทราย
8. สายอ๊อกซิเจน
9. น้ำเค็ม
10. ไมโครปิเปต (micropipete)
11. น้ำกลั่น
12. กล้องสเตอริโอ
13. เครื่องวัดความเค็ม (salinometer)
14. ฟอร์มาลิน
15. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
16. แม่กุ้งก้ามกรามที่มีไข่บริเวณขาว่ายน้ำ

วิธีการ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาหาความเข้มข้นของสารเคมี คือ ฟอร์มาลิน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่เหมาะสมต่อการฟักไข่กุ้งก้ามกรามในห้องปฏิบัติการ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ใช้ความเข้มข้นของฟอร์มาลิน 4 ระดับ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4 ระดับ ในแต่ละความเข้มข้นทำการทดลองอย่างละ 3 ซ้ำ และหน่วยควบคุมที่ไม่มีการใส่สารเคมี

ใช้ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร พร้อมทั้งหน่วยควบคุม โดยแต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ

ขั้นตอนการทดลองของทั้ง 2 การทดลอง คือ

ขั้นตอนการเตรียมสารเคมี

1. เตรียมฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเตรียมน้ำ

1. น้ำที่ใช้ในการทดลอง

1.1 นำน้ำเค็มมาใส่คลอรีนแล้วพักไว้ 2 วัน เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ

1.2 ปรับความเค็มของน้ำให้ได้ 15 ส่วนในพัน

2. น้ำที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิ

2.1 ใส่ตู้กระจกลงในถัง เพื่อเป็นฐานในการวางขวดรูปชมพู่และตักน้ำจืดใส่ ในถังน้ำเงินท่วมตู้กระจก

2.2 นำเครื่องปรับความร้อนใส่ลงในถัง โดยปรับระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนนำไข่กุ้งออกจากแม่กุ้ง

1. ใช้แม่กุ้งที่มีไข่สีส้มอยู่บริเวณขาว่ายน้ำหน้าท้อง 1 ตัว
2. ใช้ปากคีบรูดไข่ออกจากขาว่ายน้ำใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณ 3000-4000 ฟอง
3. นำไข่กุ้งที่แยกออกจากตัวแม่มาแยกออกจากพวงไข่ให้ไข่แต่ละฟองอยู่เดี่ยวๆ

ขั้นตอนการแช่สารเคมี

1. ใส่น้ำความเค็ม 15 ส่วนในพัน ตามปริมาตรที่คำนวณได้
2. ใส่สารเคมีตามที่คำนวณในขั้นตอนการเตรียมสารเคมี ข้อ 2
3. นำไข่ที่แยกมาใส่ในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 100 ฟอง พร้อมทั้งให้อ๊อกซิเจน
4. นำมาตั้งในถังน้ำที่ปรับอุณหภูมิไว้ แช่ไข่ไว้กับสารเคมีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการเปลี่ยนน้ำใหม่ โดยใช้น้ำปริมาตร 250 มิลลิลิตร
5. ทำเหมือนข้อ 1 ทุกวัน

ขั้นตอนการสังเกตการพัฒนาของไข่

1. นำไข่มาส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ
2. บันทึกลักษณะการพัฒนาในแต่ละวัน
3. ทำเหมือนข้อ 1 วันเว้นวัน

ขั้นตอนการตรวจจำนวนไข่เสีย

1. การนับไข่เสียจะทำทุกวัน ก่อนการแช่ไข่ไว้ในสารเคมี
2. หากเป็นวันที่ตรงกับการส่องกล้องสเตอริโอ จะต้องสังเกตลักษณะของไข่เสีย เพื่อพิจารณาว่าเกิดจากสาเหตุใด
3. บันทึกจำนวนไข่เสียในแต่ละวัน

ขั้นตอนการตรวจอัตราการฟักไข่

1. เมื่อไข่กุ้งฟักเป็นตัวอ่อน ให้ทำการนับจำนวนลูกกุ้ง และแยกออกจากขวดรูปชมพู่ ทั้งนี้การฟักอาจจะใช้เวลา 2-3 วัน กว่าจะฟักหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บันทึกจำนวนการฟักไข่ในแต่ละวัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองศึกษาหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการเพาะฟักไข่กุ้งก้ามกรามในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 14 วัน ระหว่างการทดลองได้นำไข่กุ้งก้ามกรามไปส่องภายใต้กล้องสเตอริโอ เพื่อทำการแยกไข่เสียออกจากไข่ดี สามารถสังเกตเห็นไข่ที่เสียมีลักษณะขาวขุ่น บางฟองมีลักษณะคล้ายเส้นใยของเชื้อราเกาะรอบๆ ไข่ ส่วนไข่กุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตจะมีลักษณะใส สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาระยะต่างๆ ของไข่กุ้งก้ามกราม เช่น ขนาดของตามีขนาดใหญ่ขึ้น เห็นลำตัวชัดเจนขึ้น มีการเต้นของหัวใจ เป็นต้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. อัตราการฟักไข่กุ้งก้ามกราม

การฟักไข่กุ้งก้ามกรามใช้ระยะเวลาทั้งหมด 3 วัน จึงจะฟักออกเป็นตัวอ่อนหมด โดยในแต่ละวันของการฟักนั้นจะมีจำนวนที่แตกต่างกันออกไป ในวันที่ 2 ของการฟักจะมีอัตราการฟักไข่เป็นตัวอ่อนลูกกุ้งจำนวนมากที่สุดใน 3 วัน ส่วนวันสุดท้ายการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบอัตราการฟักเป็นตัวอ่อน (ตารางที่ 1)

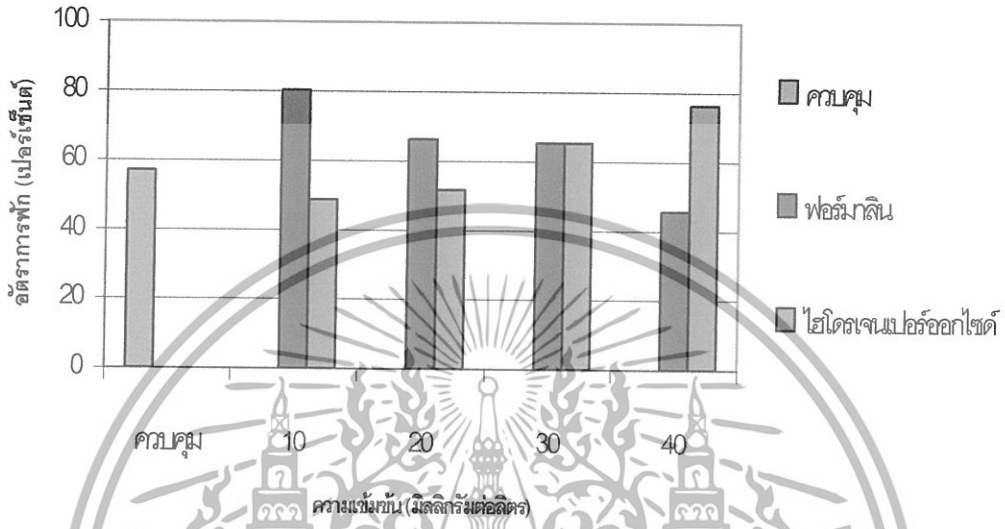
ตารางที่ 1 อัตราการฟักไข่เป็นตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามในแต่ละวัน

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วันที่ 12	วันที่ 13	วันที่ 14
	ชุดควบคุม	18.67±1.89	25.33±1.76	13.00±4.77
ฟอร์มาลิน	10	19.33±8.67	48.67±7.86	12.33±1.77
	20	17.00±3.00	45.33±2.85	4.00±2.00
	30	15.33±1.45	50.00±4.73	0.00±0.00
	40	13.33±2.19	26.67±6.23	5.67±4.26
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	10	15.67±3.28	22.00±4.36	11.00±1.53
	20	11.67±2.03	22.33±2.19	17.67±0.33
	30	13.33±1.20	32.67±10.27	19.33±7.84
	40	22.00±7.09	52.00±4.51	2.33±2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการฟักไข่เฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของการใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้อัตราการฟักไข่สูงที่สุดของการทดลอง ส่วนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีอัตราการฟักไข่สูงที่สุดของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 อัตราการฟักไข่ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ

โดยอัตราการฟักไข่ที่พบสูงสุดในการทดลองคือ 80.33 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีอัตราการฟักเฉลี่ยเท่ากับ 66.33, 65.33 และ 45.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ย คือ 76.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีอัตราการฟักเฉลี่ยเท่ากับ 48.67, 51.67 และ 65.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติแล้ว การใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตรนั้นให้อัตราการฟักไข่กุ้งก้ามกรามที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในชุดควบคุมให้อัตราการฟัก 57 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99182

ตารางที่ 2 อัตราการฟักไข่กุ้งก้ามกรามเฉลี่ยระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	อัตราการฟักไข่
	ชุดควบคุม	57.00±1.73[c]
ฟอร์มาลิน	10	80.33±1.76[d]
	20	66.33±2.19[c]
	30	65.33±4.33[c]
	40	45.66±3.93[a]
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	10	48.67±2.33[ab]
	20	51.67±2.73[ab]
	30	65.33±3.38[c]
	40	76.33±3.71[d]

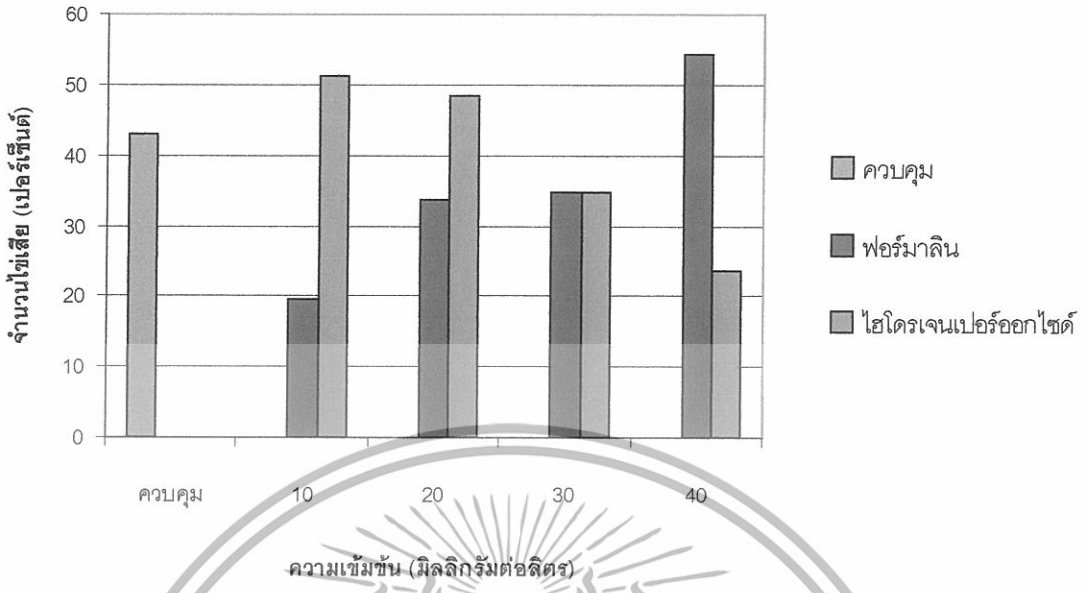
2. อัตราไข่เสีย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 14 วัน วันแรกที่เริ่มการทดลองจะไม่พบไข่เสีย แต่เมื่อระยะเวลาในการทดลองเพิ่มมากขึ้น อัตราไข่เสียจะเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะในวันสุดท้ายของการทดลองจะพบไข่เสียมากที่สุดของการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 21.33 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบไข่เสียของกุ้งก้ามกรามเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราไข่เสียมากที่สุด รองลงมาคือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 3) อัตราไข่เสียที่พบมากที่สุดคือ 54.33 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มากกว่าในชุดควบคุม ซึ่งชุดควบคุมมีอัตราไข่เสียเฉลี่ย 43 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) จากการทดลองนี้สังเกตได้ว่าการใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ จะมีอัตราการฟักมากที่สุด ถ้ายิ่งเพิ่มความเข้มข้นอัตราการตายจะสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะตรงกันข้ามกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะมีอัตราการฟักมากที่ระดับความเข้มข้นสูงๆ และความเข้มข้นต่ำจะพบอัตราการตายที่สูง เนื่องจากอาจเป็นเพราะว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความรุนแรงน้อยกว่าฟอร์มาลิน ซึ่งอาจเป็นผลดีต่อการพัฒนาระยะของไข่กุ้งก้ามกรามแต่ไม่สามารถป้องกันพวกเชื้อรา แบคทีเรีย และปรสิตภายนอกต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้ไข่กุ้งก้ามกรามเสีย ส่วนการใช้ฟอร์มาลินอาจไม่เป็นผลดีต่อการพัฒนาระยะของไข่กุ้งก้ามกรามแต่สามารถกำจัดเชื้อรา แบคทีเรียและปรสิตภายนอกที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาที่สำคัญของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อัตราไข่กุ้งก้ามกรามที่เสียเฉลี่ยแต่ละวัน

วันที่	ชุดควบคุม	ฟอร์มาลิน				ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์			
		10	20	30	40	10	20	30	40
1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	2.83±0.17	2.83±0.17	1.00±0.58	2.00±1.00	1.67±0.89	2.00±0.58	1.33±0.33	0.67±0.33	0.67±0.33
3	0.33±0.17	0.00±0.00	1.00±0.58	1.33±0.89	0.67±0.67	0.67±0.33	0.67±0.67	0.00±0.00	0.00±0.00
4	0.83±0.60	1.33±0.67	1.00±0.58	2.33±0.33	1.00±0.58	1.00±0.58	0.67±0.33	1.00±0.57	1.00±1.00
5	1.17±0.17	0.67±0.33	2.00±0.58	0.67±0.33	1.33±0.33	2.67±0.33	1.67±0.67	2.33±0.67	1.33±0.33
6	1.17±0.17	1.00±0.58	0.33±0.33	2.67±0.67	1.33±0.89	2.33±1.20	2.00±0.58	0.33±0.33	0.00±0.00
7	1.33±0.17	1.00±0.58	0.33±0.33	1.33±0.33	0.00±0.00	0.67±0.33	1.33±1.33	0.67±0.67	1.00±1.00
8	2.50±0.00	0.33±0.33	2.00±1.00	1.00±0.58	2.00±0.58	2.33±0.88	1.67±0.67	0.33±0.33	0.33±0.33
9	2.17±0.44	0.33±0.33	2.00±0.58	1.33±0.33	2.33±0.67	2.67±0.67	2.67±0.33	2.67±0.33	1.00±0.58
10	4.67±1.09	0.67±0.33	3.00±0.58	3.00±1.15	6.00±4.51	8.67±1.45	4.33±2.60	3.33±0.67	3.00±1.73
11	2.83±0.60	0.00±0.00	2.00±1.53	2.33±0.33	4.67±2.03	0.33±0.33	5.00±1.53	2.33±1.20	0.33±0.33
12	2.67±0.93	2.33±0.67	3.00±0.58	3.67±0.89	6.00±1.15	3.33±0.88	2.33±0.88	2.00±0.58	1.33±0.33
13	6.33±0.88	2.67±1.45	6.00±2.52	5.33±0.89	7.00±1.15	3.67±1.45	4.00±1.52	3.00±1.15	3.00±0.58
14	11.33±2.68	8.33±1.20	9.00±2.08	8.00±4.04	21.33±1.20	21.00±1.73	20.67±4.33	16.00±2.89	10.67±3.18



ภาพที่ 3 อัตราการเสียของไข่ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ

การนำไข่กุ้งก้ามกรามออกมาฟักนอกตัวแม่ที่ขัดขวางการฟักเป็นตัวอ่อนของไข่กุ้งก้ามกราม ทำให้ไข่กุ้งเสียระหว่างช่วงเวลาการทดลอง ซึ่งจะสอดคล้องกับรายงานของ Caceci *et al.* (1996) ได้ทดลองฟักไข่กุ้งก้ามกรามที่ผ่านการปฏิสนธิแล้วในห้องปฏิบัติการ ด้วยการใช้ฟอร์มาลิน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และยาปฏิชีวนะร่วมกัน ผลของการทดลองมีอัตราการฟักเป็นตัวอ่อนของลูกกุ้งก้ามกรามถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ตัวอ่อนมีโครงร่างและส่วนประกอบเป็นปกติ แต่ในการใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับไข่ปลาชนิดต่างๆ ส่วนใหญ่จะใช้ที่ระดับความเข้มข้นสูง อาจเนื่องมาจากขนาดของไข่ปลามีขนาดใหญ่กว่าไข่กุ้ง ความทนของตัวอ่อนในไข่ต่อสภาพสารเคมีต่างๆ ที่ใช้นั้นไม่เท่ากัน เช่น Rach *et al.* (1997) ทดลองฟักไข่ปลา walleye โดยการใช้ฟอร์มาลิน 7,500 ไมโครลิตรต่อลิตร มีอัตราการฟักถึง 87 เปอร์เซ็นต์ และ Schreier *et al.* (1996) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของฟอร์มาลิน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโซเดียมคลอไรด์ ในไข่ปลาเรนโบว์เทร้า การใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ไมโครลิตรต่อลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ไมโครลิตรต่อลิตร มีประสิทธิภาพมากในการยับยั้งเชื้อรา ส่วนโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นผลดีต่อตัวอ่อนของไข่ปลาเรนโบว์เทร้าที่ฟักออกมาแต่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้น้อยกว่าฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ไข่เสียของไข่กุ้งก้ามกรามเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของใช้ฟอร์มาลินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	อัตราการฟักไข่
	ชุดควบคุม	43.00±1.73^{bc}
ฟอร์มาลิน	10	19.67±1.76^{a}
	20	33.67±2.16^{b}
	30	34.67±4.33^{b}
	40	54.33±3.93^{d}
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	10	51.33±2.33^{cd}
	20	48.33±2.73^{cd}
	30	34.67±3.38^{b}
	40	23.67±3.71^{a}

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ฟอร์มาลินหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการฟักไข่กุ้งก้ามกรามในห้องปฏิบัติการ ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้อัตราการรอดของไข่กุ้งที่ฟักสูงที่สุดคือ 80.33±1.76 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีอัตราการรอดของไข่กุ้งที่ฟักสูงที่สุดคือ 76.33±3.71 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรจะเลือกใช้ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการป้องกันเชื้อรา แบคทีเรียต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเพาะฟัก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ ตั้งตรงคิด. 2528. การศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งโรงงานผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากมีเธน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 น.

ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 196 น.

ยนต์ มุสิก และ ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ. 2530. ความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อกุ้งทะเลและความเป็นไปได้ในการใช้ฟอร์มาลินกำจัดโรคและปรสิตของกุ้งทะเล. น. 90-95. ใน ชลอ ลิ้มสุวรรณ, ยนต์ มุสิก, ธีระ เล็กชลยุทธ, กังวาลย์ จันทรโชติ และ นงนุช รักสกุลไทย. โรคกุ้งทะเลและการใช้สารเคมีภัณฑ์. เอกสารประกอบการสัมมนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ครั้งที่ 1. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วินิจ ตันสกุล, ทองสุข แซ่ลี้ และ เอกลักษณ์ แซ่โล้ว. 2530. พิษเฉียบพลันและผลกระทบของการใช้ฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน. น. 23-33. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25. สาขาประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ สุวรรณทศ. 2546. กลวิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย. เอกสารแนะนำกรมประมง, กรุงเทพฯ. 47 น.

สิทธิ บุญยรัตผลิน. 2526. โรคกุ้งกุ้งกรามและวิธีป้องกันรักษา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 6 น.

อำพล พงษ์สุวรรณ, ไพโรจน์ พรหมานนท์ และทรงชัย สหวัชรินทร์. 2510. การศึกษาชีวประวัติเบื้องต้นของกุ้งก้ามกรามในทะเลสาบสงขลา. อ้างโดย สมพงษ์ สุวรรณทศ. กลวิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย. เอกสารแนะนำกรมประมง, กรุงเทพฯ. 47 น.

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. 2525. กุ้งก้ามกราม. เอกสารประกอบคำบรรยายการฝึกอบรมเกษตรหลักสูตรการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. งานเผยแพร่และส่งเสริม, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

Caceci, T., C. B. Carlson, T. E. Toth and S. A. Smith. 1996. *In vitro* embryogenesis of *Macrobrachium rosenbergii* larvae following *in vivo* fertilization. Aquaculture. 147: 169-175.

Howe, G. E. and T. M. Schreier. 1995. Efficacy and toxicity of formalin solutions containing paraformaldehyde for fish and egg treatment. Cited by Sharp, N. J.,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. K. Diggles, C. W. Poortenaar and T. J. Willis. 2004. Efficacy of Aqui-S, formalin and praziquantal against the monogeneans, *Benedenia seriolae* and *Zeuxapta seriolae*, infecting yellowtail kingfish *Seriola lalandi* in New Zealand. Aquaculture. 236: 67-83.

Marking, L. L., J. J. Rach and T. M. Schreier. 1994a Evaluation of antifungal agents for fish culture. Prog. Fish-Cult. 56: 225-231.

Marking, L. L., J. J. Rach and T. M. Schreier. 1994b Evaluation of antifungal agents for fish culture. **Cited by** Rach, J. J., G. E. Howe and T. M. Schreier. 1997b. Safety of formalin treatments on warm-and coolwater fish eggs. Aquaculture. 149: 183-191.

Marking, L. L., J. J. Rach and T. M. Schreier. 1994c. Evaluation of antifungal agents for fish culture. **Cited by** Hameed, A. S. S., K. H. Rahaman, A. Alagan and K. Yoganandhan. 2003. Antibiotic resistance in bacteria isolated from hatchery-reared larvae and post-larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 217: 39-48.

Rach, J. J., G. E. Howe and T. M. Schreier. 1997. Safety of formalin treatments on warm- and coolwater fish eggs. Aquaculture. 149: 183-191.

Rucker, R. R., W. G. Taylor and D. P. Toney. 1963. Formalin in the hatchery. Prog. Fish-Cult. 25(4): 203-207.

Schreier, T. M., J. J. Rach and G. E. Howe. 1996 Efficacy of formalin, hydrogen peroxide and sodium chloride on fungal-infection rainbow trout eggs. Aquaculture. 140: 323-331.

Waterstrat, P. R. and L. L. Marking. 1995. Chemical evaluation of formalin, hydrogen peroxide and sodium chloride for the treatment of *Saprolegnia parasitica* on fall chinook salmon eggs. Prog. Fish-Cult. 57: 287-291.

Wright, L. D. 1976. Effect of malachite green and formalin on the survival of largemount bass eggs and fry. Prog. Fish-Cult. 38(3): 155-157.

http://www.kungthai.com/shrimp3.html. March 2004.

http://msds.pcd.go.th/reference.html. October 2005.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนไข่ที่ฟักในแต่ละวันของการใช้ฟอร์มาลิน

วันที่	จำนวนที่ไข่ฟัก														
	0			10			20			30			40		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
12	13	5	16	4	34	20	20	20	11	15	13	18	16	15	9
13	34	28	33	64	38	44	43	42	51	59	48	43	22	19	39
14	11	22	-	15	9	13	6	6	-	-	-	-	-	14	3
รวม	58	55	49	83	81	77	69	68	62	74	61	61	38	48	51

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนไข่ที่ฟักในแต่ละวันของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

วันที่	จำนวนที่ไข่ฟัก														
	0			10			20			30			40		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
12	31	26	21	22	14	11	15	8	12	11	15	14	13	36	17
13	18	16	23	15	21	30	24	25	18	20	25	53	56	43	57
14	7	23	15	8	13	12	18	17	18	32	21	5	-	-	7
รวม	56	65	59	45	48	53	57	50	48	63	61	72	69	79	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราไข่เสียในแต่ละวันของการใช้ฟอร์มาลิน

วันที่	ความเข้มข้นฟอร์มาลิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)														
	0			10			20			30			40		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	3	3	2	1	-	3	3	-	2	-	3	1	-	1
3	-	1	-	-	-	-	1	-	2	-	3	1	-	2	-
4	2	-	1	-	2	2	-	1	2	3	2	2	1	2	-
5	1	1	2	1	1	-	1	3	2	-	1	1	1	1	2
6	3	-	2	2	-	1	-	-	1	2	4	2	-	3	1
7	-	3	-	1	2	-	-	1	-	1	2	1	-	-	-
8	4	2	3	-	-	1	4	1	1	2	1	-	1	2	3
9	2	1	3	1	-	-	3	2	1	1	1	2	3	3	1
10	-	2	4	-	1	1	2	4	3	1	5	3	15	1	2
11	3	1	4	-	-	-	5	-	1	2	2	3	8	1	5
12	2	4	7	1	3	3	3	4	2	5	2	4	4	8	6
13	8	9	22	3	-	5	4	3	11	7	5	4	9	7	5
14	15	18	-	6	9	10	5	10	12	-	11	13	19	22	23
รวม	42	45	51	17	19	23	31	32	38	26	39	39	62	52	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราไข่เสียในแต่ละวันของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

วันที่	ความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)														
	0			10			20			30			40		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4	2	3	1	2	3	1	1	2	1	-	1	1	1	-
3	-	-	1	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-
4	2	-	-	2	1	-	-	1	1	2	1	-	3	-	-
5	1	1	1	3	2	3	1	1	3	3	3	1	1	2	1
6	-	2	-	4	3	-	2	3	1	1	-	-	-	-	-
7	2	-	3	-	1	1	-	-	4	2	-	-	3	-	-
8	1	3	2	2	4	1	1	3	1	-	1	-	-	1	-
9	4	2	1	4	2	2	3	3	2	2	3	3	2	1	-
10	5	10	7	11	6	9	9	-	4	4	2	4	-	6	3
11	2	3	4	1	-	-	7	6	2	3	4	-	-	1	-
12	1	-	2	3	5	2	4	2	1	3	1	2	-	-	4
13	8	3	5	6	4	1	2	7	3	5	3	1	4	2	3
14	14	9	12	18	21	24	13	21	28	11	21	16	17	7	8
รวม	44	35	41	55	52	47	43	50	52	37	39	28	31	21	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้