วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods)

(ปีที่ 2 ของโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2554)

แผนการทดลองปีที่ 2

จากผลการดำเนินการในปีงบประมาณ 2553 (ปีที่ 1 ของการวิจัย) ได้ดำเนินการศึกษารูปแบบของภาชนะที่เหมาะสม ที่สมควรนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน ด้วยการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบของภาชนะที่มีปรากฏในเอกสารงานวิจัย หนังสือ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุบาลสัตว์น้ำระยะวัยอ่อน โดยเฉพาะสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่มของครัสเตเชียน จนได้ข้อสรุปของหลักการและรูปแบบของภาชนะที่จะนำมาใช้ ดังนี้คือ ภาชนะรูปแบบแรก (ภาพที่ 1, 2 และ 3) เป็นภาชนะแบบทรงกระบอกแนวตั้งก้นกลม(Cylindrico-conical upweller tank, CST) (Calado et al., 2008) ที่ใช้หลักการของ Planktonkreisel (Greve, 1968) (ภาพที่ 4) ภาชนะรูปแบบที่สอง (ภาพที่ 5 และ 6) เป็นภาชนะแบบแนวนอน (Horizontal cylinder with circular flow) ชนิด Pseudokreisel tank (PK) (Raskoff et al., 2003) (ภาพที่ 7) ที่ใช้หลักการของ Planktonküvette or Planktoncuvette (Greve, 1975) (ภาพที่ 8)

เมื่อได้รูปแบบภาชนะที่เหมาะสม สำหรับที่จะใช้ในการจัดสร้าง ระบบต้นแบบสำหรับการทดลองแล้ว ได้ดำเนินการจัดสร้างภาชนะรวมถึงระบบกรองที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้เป็นต้นแบบขนาดเล็กสำหรับใช้ในการทดลอง (Small research system) รวมถึงได้ดำเนินการทดสอบระบบต้นแบบขนาดเล็ก ดังกล่าวเสร็จสิ้นแล้ว ผลการทดลองอนุบาลกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนในภาชนะและระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่ารูปแบบของภาชนะทั้งสองแบบ ที่มีการบำบัดคุณภาพน้ำขณะอนุบาล ด้วยสาหร่ายทะเลในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใช้ภาชนะแบบ CST และระบบน้ำนิ่ง ไม่สามารถอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนให้ผ่านพ้นระยะวัยอ่อนได้ ลูกกุ้งการ์ตูนสามารถมีชีวิตรอดได้นานที่สุด 14 วัน และมีพัฒนาการจนถึงระยะซูเอีย 5 เท่าเทียมกัน จากระยะการพัฒนาในวัยอ่อนทั้งสิ้น 12 ระยะ ซึ่งทั้งภาชนะและระบบที่แตกต่างกัน ไม่สามารถเพิ่มอัตรารอด หรือพัฒนาการของลูกกุ้งให้เจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ (รายงานผลการวิจัยในปีที่ 1)

การดำเนินการในปีที่ 2 (ปีงบประมาณ 2554 ปีที่รายงาน) เป็นการดำเนินงานทดลองเพื่อปรับระบบต้นแบบขนาดเล็ก ที่ใช้ภาชนะทั้งสองแบบ คือ CST และ PK ให้สามารถอนุบาลกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ ด้วยการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการอนุบาล ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ภาชนะอนุบาล โดยทำการทดลองอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนในภาชนะแต่ละแบบ แล้วปรับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่ภาชนะอนุบาลให้แตกต่างกัน 2 ระดับ เพื่อเปรียบเทียบอิทธพลของอัตราการไหลของน้ำ ต่ออัตรารอดและการเจริญเติบโตของกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน ในภาชนะเลี้ยงแต่ละแบบแยกจากกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ดังนี้คือ

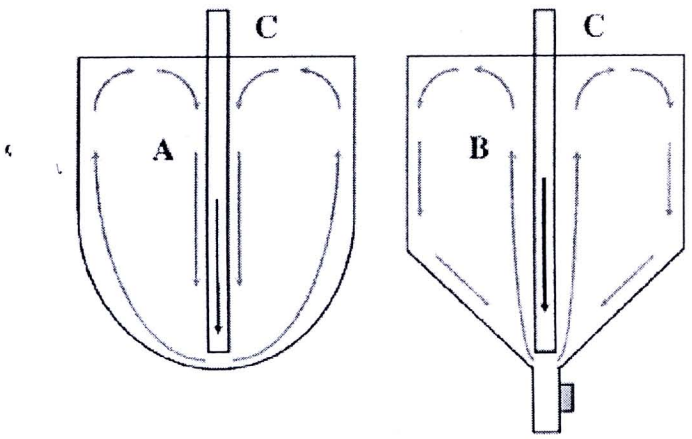
ชุดการทดลองที่ 1 ใช้ภาชนะทดลองแบบ PK ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.5 ลิตรต่อนาที (PK0.5L)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ภาชนะทดลองแบบ PK ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที (PK1L)

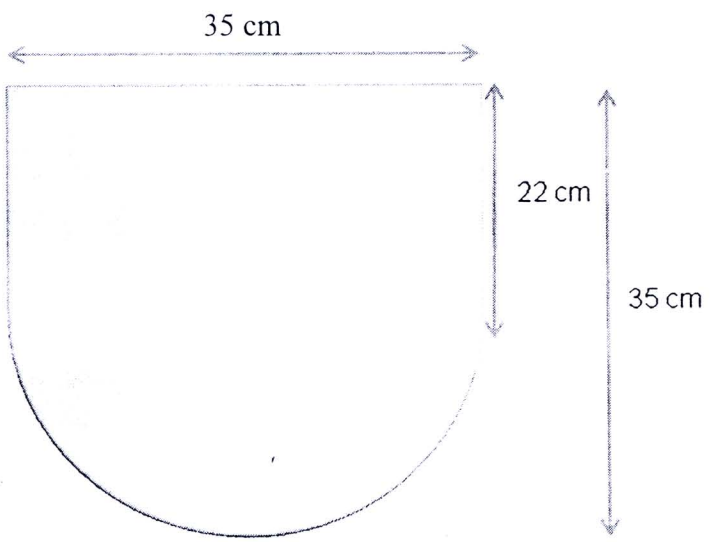
ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ภาชนะทดลองแบบ CST ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 ลิตรต่อนาที (CST1L)

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ภาชนะทดลองแบบ CST ที่อัตราการไหลของน้ำ 2 ลิตรต่อนาที (CST2L)

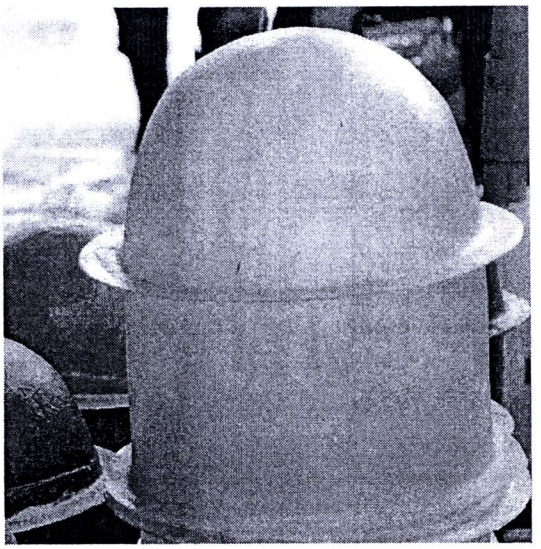
แต่ละชุดการทดลองประกอบไปด้วย 4 ซ้ำ ส่วนระบบกรองที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำในภาชนะเลี้ยงนั้น ใช้ระบบเดียวกันเช่นเดียวกับการทดลองในปีที่ 1 คือใช้สาหร่ายเป็นตัวกรอง (Seaweed biofilter)



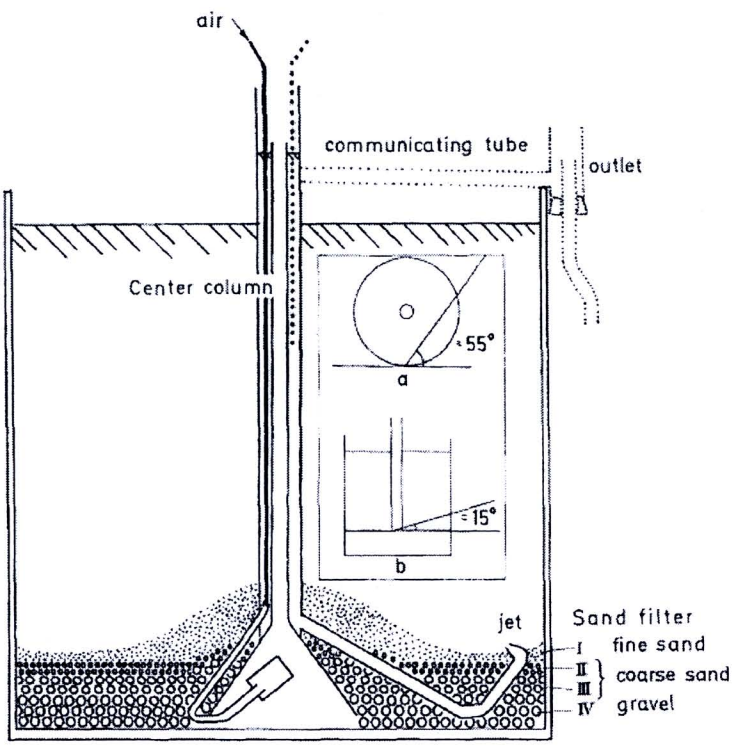
ภาพที่ 1 รูปวาดภาชนะแบบทรงกระบอกแนวตั้งก้นกลม (ด้านซ้าย) โดย Calado et al. (2008) ที่นำมาใช้เป็นต้นแบบของภาชนะที่ใช้ในการทดลอง



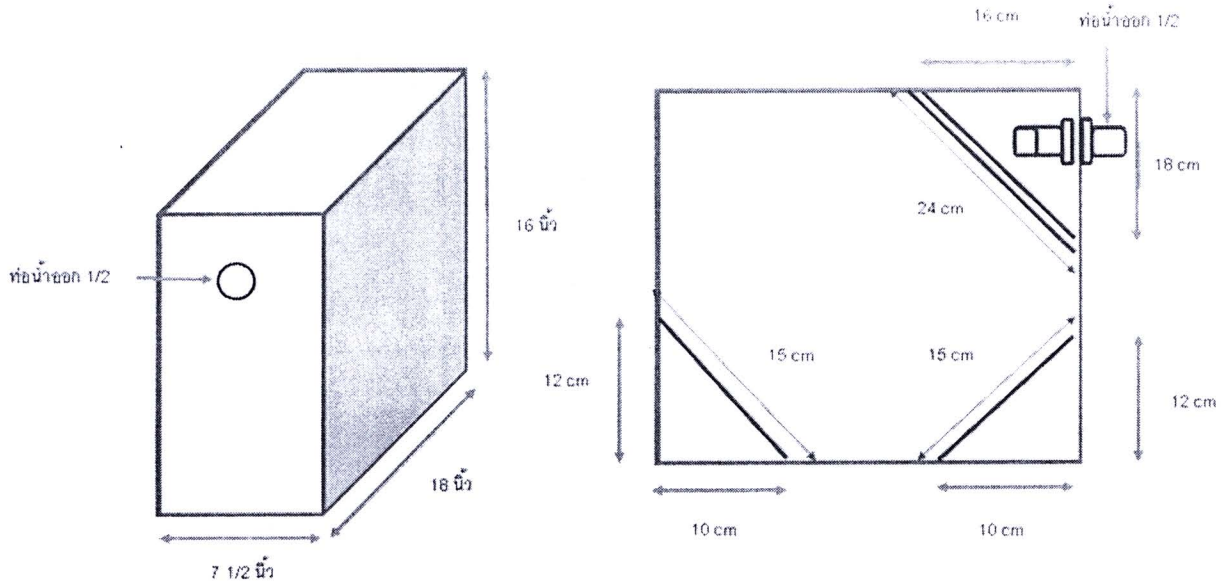
ภาพที่ 2 รูปวาดแสดงขนาดของถังชนิด Cylindrico-spherical tank ขนาดความจุน้ำประมาณ 25 ลิตร ที่ใช้ในการทดลอง



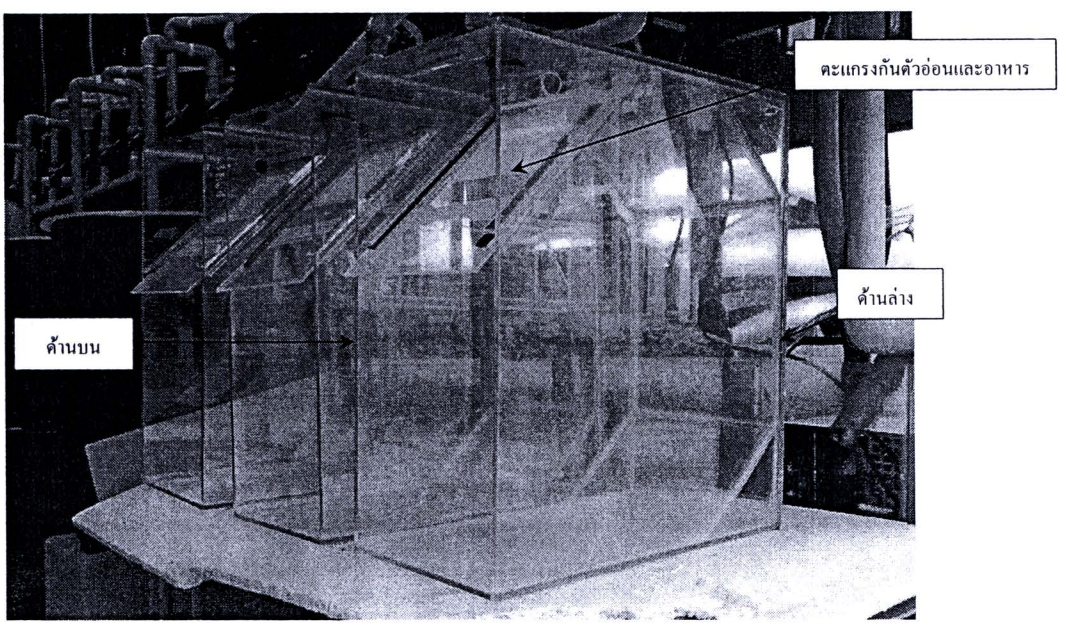
ภาพที่ 3 ถังไฟเบอร์กลาสชนิด Cylindrico-spherical tank ขนาดความจุน้ำประมาณ 25 ลิตร ที่ใช้ในการทดลอง (ตังคว่ำอยู่ มีปากถังอยู่ด้านล่าง ครีบที่เห็นเป็นวงแหวนโดยรอบ ใช้สำหรับวางถังบนชั้นไม้)



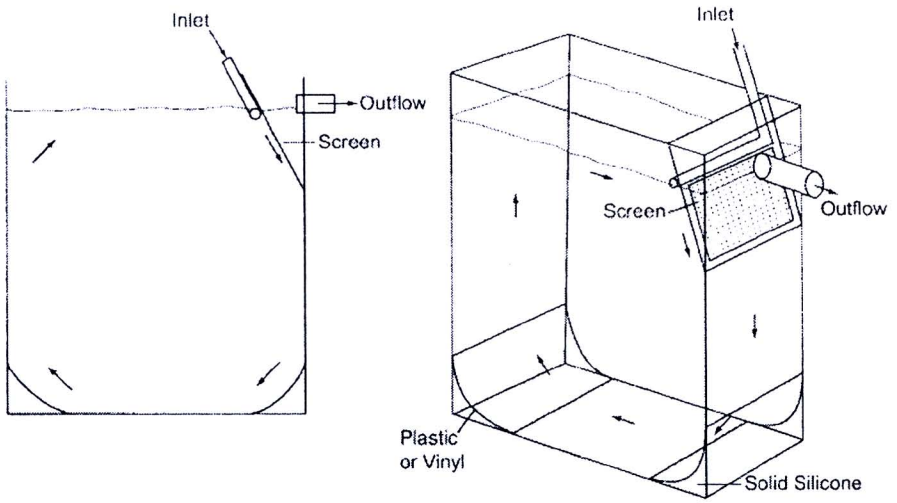
ภาพที่ 4 รูปวาด Planktonkreisel โดย Greve (1968) เป็นภาพด้านข้างแสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบ



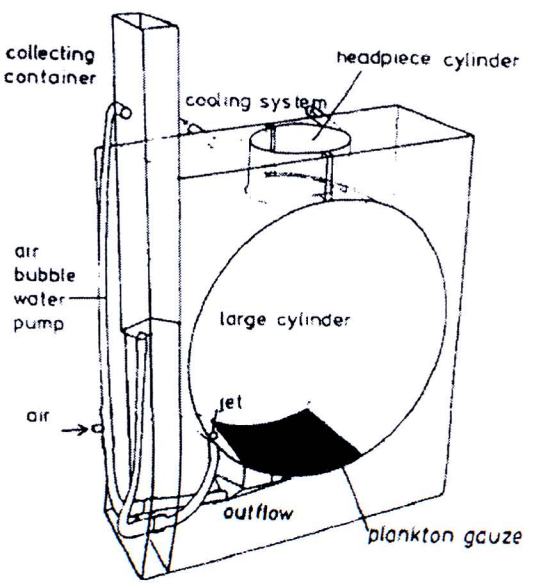
ภาพที่ 5 รูปวาดแสดง ขนาดและองค์ประกอบต่างๆของ Pseudokreisel ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ปรับปรุงมาจากแบบของ Raskoff et al. (2003)



ภาพที่ 6 รูปถ่ายแสดง Pseudokreisel ทำด้วยกระจกใส ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 7 รูปวาดแสดง Pseudokreisel ที่ดัดแปลงมาจากตู้กระจก ด้วยการติดแผ่นพลาสติคแข็ง โค้งเข้าที่มุมตู้ด้านล่างทั้งสองข้างด้วยซิลิโคน มีตะแกรงสำหรับกั้นท่อน้ำเข้าและออก (Raskoff et al., 2003)



ภาพที่ 8 รูปวาด Meteor-Planktonküvette โดย Greve (1975) แสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบ

การอนุบาลกุ้งการ์ตูนระยะวัยอ่อนในรูปแบบภาชนะ 2 แบบและอัตราการไหลของน้ำที่แตกต่างกัน

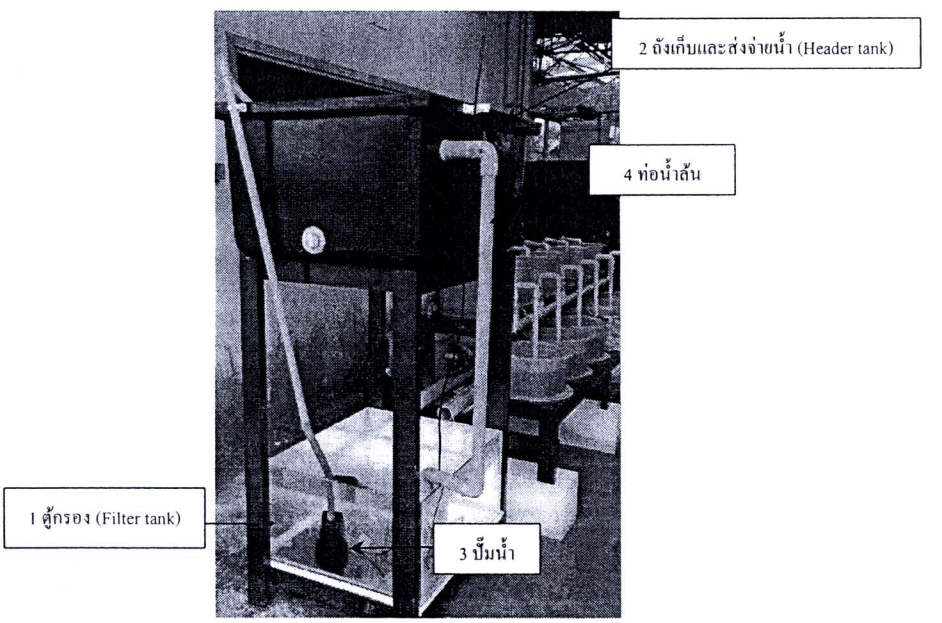
ระบบต้นแบบขนาดเล็กที่ใช้ในการทดลอง

ระบบต้นแบบที่ใช้ในการทดลองมีอยู่ 2 ระบบ โดยแต่ละระบบจะมีความแตกต่างของภาชนะที่ใช้ในการอนุบาล คือ ระบบแรกจะเป็นระบบที่ใช้ภาชนะแบบ CST ระบบที่สองจะใช้ภาชนะแบบ PK โดยแต่ละแบบจะมีจำนวนภาชนะ 4 ภาชนะหรือจำนวน 4 ซ้ำ ปริมาตรของความจุน้ำในภาชนะ

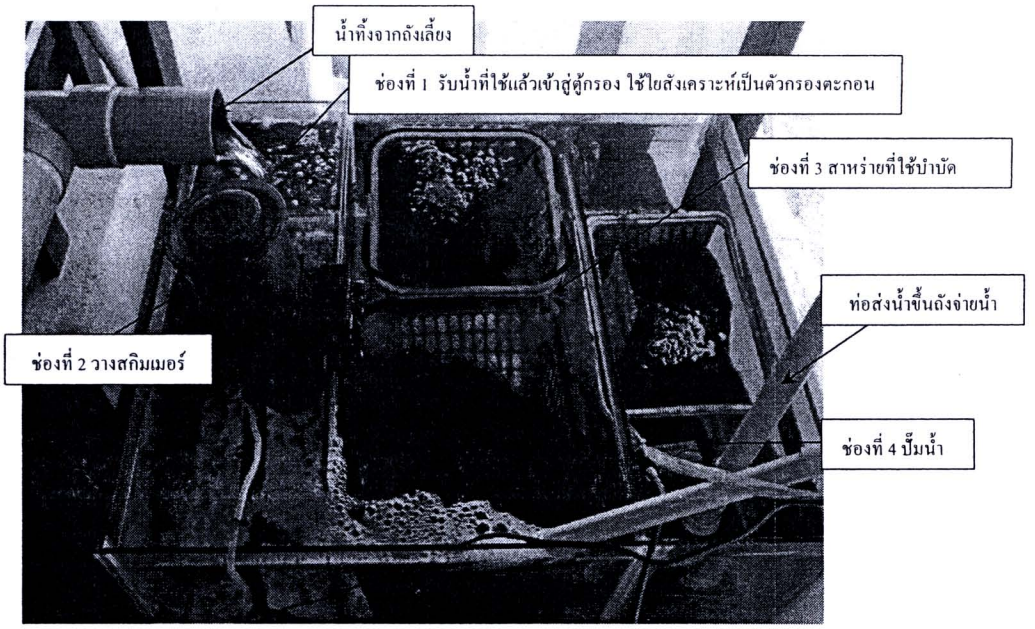
แต่ละแบบจะมีปริมาตรที่เท่ากัน คือเท่ากับ 25 ลิตร เพื่อเป็นการลดปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่อาจจะส่งผลต่อการทดลอง ระบบทั้งสองจึงถูกเชื่อมด้วยระบบกรองชุดเดียวกัน ทำให้น้ำที่หมุนเวียนอยู่ในภาชนะเลี้ยงทุกตู้นั้นเป็นน้ำจากแหล่งเดียวกัน

ระบบกรองสำหรับควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน ในครั้งนี้ ใช้สาหร่ายเป็นตัวกรองทางชีวภาพ (Seaweed biofilter) แทนการใช้ตัวกรองทางชีวภาพ (Microbiological filter) ที่ใช้ไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) เพื่อลดการสะสมของไนเตรท ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ที่อาจจะส่งผลต่อตัวอ่อนซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังได้ ตัวกรองที่ใช้ในการกำจัดตะกอนนั้น ใช้ใยสังเคราะห์ในการดักจับตะกอนออกจากน้ำก่อนที่จะเข้าสู่ตัวกรองสาหร่าย ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำและสิ่งแขวนลอยที่มีความละเอียดมากนั้นจะถูกกำจัดด้วยโปรตีนสกิมเมอร์ (Foam fractionator) น้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วจะถูกไปยังถังพักน้ำที่อยู่สูงกว่าภาชนะเลี้ยง ด้วยปั๊มขนาดเล็ก น้ำจากถังพักน้ำ จะไหลผ่านท่อที่มีรังสีอัลตราไวโอเล็ต ก่อนจะไหลกลับเข้าสู่ภาชนะเลี้ยง โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 9 ถึงภาพที่ 10

ในระหว่างการทดลองจะมีการทำความสะอาด ภาชนะเลี้ยงด้วยการดูดตะกอนที่ค้างอยู่ในภาชนะทุกวัน แล้วเติมน้ำทะเลที่สูญเสียไป รวมถึงปรับความเค็มให้อยู่ในช่วง 32-35 ส่วนในพันส่วน (พีพีที) รวมถึงทำความสะอาดระบบกรองส่วนต่างๆ ได้แก่ การทำความสะอาดใยกรอง การกำจัดตะกอนที่อาจจะสะสมอยู่ในตู้กรองตามส่วนต่างๆ การกำจัดโฟมของเสียของโปรตีนสกิมเมอร์



ภาพที่ 9 แสดงองค์ประกอบของระบบกรอง ที่ประกอบไปด้วย (1) ตู้กรองที่ถูกกั้นแยกออกจากกันเป็นหลายช่อง (2) ถังเก็บและส่งจ่ายน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว เชื่อมต่อด้วยท่อส่งจ่ายน้ำกลับไปยังถังเลี้ยง (3) ปั๊มน้ำที่ใช้สูบน้ำที่บำบัดแล้วขึ้นไปยังถังพัก (4) ท่อน้ำล้น ใช้ป้องกันการล้นของน้ำ น้ำที่สูงกินกว่าระดับท่อน้ำล้นจะล้นลงสู่กรองด้านล่าง



ภาพที่ 10 แสดงตู้กรองที่ถูกกั้นแบ่งออกเป็นช่อง องค์ประกอบของระบบกรอง ที่ประกอบไปด้วย (1) รับน้ำทิ้งจากถังเลี้ยง กรองตะกอนออกด้วยใยสังเคราะห์ (2) ช่องวางสกิมเมอร์สำหรับกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนขนาดเล็ก (3) สาหร่ายใช้ในการกำจัดอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (4) ปั๊มน้ำ ใช้สูบน้ำที่บำบัดแล้วกลับขึ้นไปสู่ถังพักและจ่ายน้ำเข้าถังเลี้ยงต่อไป

ลูกกุ้งวัยอ่อนที่ใช้สำหรับการทดลอง

ลูกกุ้งวัยอ่อนที่ใช้ในการทดลองได้จากการนำเอาพ่อ แม่พันธุ์กุ้งการ์ตูนที่ได้มาจากการซื้อมาจากร้านจำหน่ายสัตว์ทะเลสวยงาม กุ้งจะถูกนำมาจับคู่และเลี้ยงกุ้งแต่ละคู่แยกเอาไว้ในตู้เลี้ยง ที่แบ่งออกเป็นช่อง ขนาดของช่องมีขนาด ความกว้าง ความยาว ความสูง เท่ากับ 12 x 12 x 8 นิ้ว ให้ดาวแดง ที่กุ้งกินเป็นอาหารตามธรรมชาติ โดยใส่ดาวแดงลงไปในตู้พ่อ แม่พันธุ์กุ้งโดยตรง กุ้งก็จะเข้ามาจับดาวแดงกินเป็นอาหาร โดยจะค่อยๆกินไล่จากปลายแขนขึ้นไปเรื่อยๆ เมื่อกุ้งกินดาวแดงหมด ก็จะใส่ดาวแดงตัวใหม่แทนลงไป

ระบบน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงพ่อ แม่พันธุ์กุ้งการ์ตูนเป็นหมุนเวียนน้ำระบบปิด โดยใช้สาหร่ายเป็นตัวควบคุมคุณภาพน้ำ น้ำที่ผ่านการเลี้ยงจะล้นผ่านออกจากตู้ เข้าสู่ระบบกรอง และถูกนำกลับมาเข้าตู้ด้วยปั๊มขนาดเล็ก หมุนเวียนต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ตู้เลี้ยงและระบบกรองจะถูกทำความสะอาด เพื่อกำจัดตะกอนที่สะสมหรือตกค้างอยู่บนใยกรอง เป็นประจำ คุณภาพน้ำในระบบเลี้ยงจะถูกวัดและตรวจวิเคราะห์เป็นประจำทุกสัปดาห์ เพื่อควบคุมและปรับปรุงคุณภาพน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

พ่อ แม่พันธุ์กุ้งที่เลี้ยงไว้ จะถูกตรวจสอบการลอกคราบและการวางไข่เป็นประจำตอนเช้าประมาณ 08:30-09:30 นาฬิกาเป็นประจำทุกวัน เมื่อมีกุ้งลอกคราบ หรือมีการวางไข่ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากการลอกคราบของกุ้งเพศเมีย ก็จะทำการบันทึกวันที่ลอกคราบหรือวันที่วางไข่ไว้ เมื่อถึงวันที่ลูก

กุ้งจะฟักออกเป็นตัว ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 18±3 วันที่อุณหภูมิประมาณ 28.3 °C นับจากวันที่วางไข่ ในช่วงเย็นจะทำการย้ายแม่กุ้งที่มีไข่แก่พร้อมที่จะฟักออกมาพร้อมกับน้ำในตู้มาใส่ไว้ในตู้กระจกที่ใช้สำหรับฟักตัวอ่อน แล้วค่อยๆเติมน้ำใหม่เข้าไปอย่างช้าๆ ใส่หัวทรายพร้อมเป่าอากาศเข้าไปในตู้ ทิ้งเอาไว้ข้ามคืน ไข่กุ้งจะฟักออกเป็นตัวในตอนกลางคืน เมื่อถึงรุ่งเช้า จึงแยกเอาแม่กุ้งกลับไปยังตู้เลี้ยงเดิม ทำการประเมินจำนวนของตัวอ่อนที่ฟัก ด้วยการสุ่ม หากลูกกุ้งที่ฟักมีจำนวนที่เพียงพอต่อการทดลอง จึงนำไปใช้ในการทดลอง โดยการสุ่มลูกกุ้งลงสู่ภาชนะทดลองที่ได้จัดเตรียมไว้

ผลของอัตราการไหลของน้ำต่อการอนุบาลกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน

การทดลองเป็นแบบสุ่มตลอด ประกอบไปด้วย 4 ชุดการทดลอง คือ PK0.5L, PK1L, CST1L และ CST2L แต่ละชุดทดลองประกอบไปด้วย 4 ซ้ำ เพื่อทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่แตกต่างกัน 2 ระดับในภาชนะที่มีรูปแบบต่างกัน 2 ชนิด ต่อพัฒนาการและการรอดตายของกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน

ควบคุมอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ภาชนะทดลองตามอัตราที่กำหนด โดยการวัดปริมาตรน้ำที่ไหลเข้าสู่ภาชนะทดลองทีละใบ ด้วยภาชนะที่ทราบปริมาตรแน่นอน เช่น บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่มีขีดบอกปริมาตร ทำการจับเวลาที่น้ำไหลเข้าสู่ภาชนะที่ใช้วัดปริมาตร จนถึงระดับที่กำหนด หลังจากได้ปริมาตรและเวลาที่ใช้แล้ว จึงนำเอาค่าที่ได้มาคำนวณอัตราการไหลของน้ำ ที่เข้าสู่ภาชนะทดลองทีละใบ หากอัตราการไหลของน้ำต่ำหรือสูงกว่าที่กำหนดไว้ ในแต่ละชุดการทดลอง ทำการปรับวาวล์น้ำเพื่อเพิ่มหรือลดอัตราการไหลของน้ำ แล้ววัดปริมาตรของน้ำที่ไหลเข้าเทียบกับเวลาอีกครั้งหนึ่ง ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่ภาชนะทดลองจะมีอัตราการไหลตามที่กำหนด

เมื่อเริ่มทดลอง (วันที่ 26 กันยายน 2553) ปรับสภาพของน้ำในตู้ฟักด้วยน้ำในระบบที่ใช้ในการทดลองให้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยลดน้ำในตู้ฟักลงไปครึ่งหนึ่ง แล้วลักน้ำจากตู้ทดลองใส่ลงไปในตู้ฟักทีละน้อยด้วยสายยางขนาดเล็ก (สายยางให้อากาศ) พร้อมวาวล์ปรับการไหลของน้ำ ให้น้ำค่อยๆหยดลงในตู้ฟัก วัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำในตู้ฟักมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำในตู้ทดลอง หลังจากนั้นทำการสุ่มลูกกุ้งการ์ตูนจากตู้ฟัก ลงสู่ตู้ทดลองด้วยการนับ ตู้ละ 250 ตัว หรือที่อัตราความหนาแน่นเท่ากับ 10 ตัวต่อลิตร โดยกำหนดให้วันที่เริ่มต้นทำการทดลองเป็นวันที่ 0

หลังจากสุ่มนับลูกกุ้งลงสู่ตู้ทดลองครบแล้ว ทำการสุ่มลูกกุ้งในตู้ทดลองทุกตู้อีกครั้งหนึ่งด้วยภาชนะ เช่น บีกเกอร์ที่ทราบปริมาตร ทำการสุ่มทั้งสิ้น 3 ครั้งในแต่ละตู้ บันทึกค่าที่สุ่มได้ไว้ นำไปหาค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของลูกกุ้งในตู้ทดลองแต่ละตู้ การสุ่มเพื่อตรวจสอบอัตรารอดของลูกกุ้งจะเช่นนี้จะทำทุก 3 วัน คือ วันที่ 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 แต่เมื่อลูกกุ้งในตู้ทดลองมีจำนวนน้อย จนสามารถที่จะใช้วิธีนับได้ ก็จะใช้วิธีนับลูกกุ้งที่เหลืออยู่แทนการสุ่ม ทำการสุ่มหรือนับจนกว่าลูกกุ้งจะพ้นระยะวัยอ่อนหรือตายหมด ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ลูกกุ้งไม่สามารถมีพัฒนาการจนพ้นระยะวัยอ่อน จึงมีการสุ่มหรือนับลูกกุ้งที่เหลืออยู่ เพียงแค่วันที่ 24 ของการทดลอง

ทุกวันจะทำการสุ่มลูกกุ้งในแต่ละตู้ทดลอง จำนวน 5 ตัว หรือจำนวนเท่าที่มีเหลืออยู่ หากในวันที่สุ่ม ลูกกุ้งมีจำนวนเหลือน้อยกว่า 5 ตัว ออกมาตรวจสอบระยะการพัฒนา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ว่าอยู่ในระยะใดระหว่าง ซูเอีย 1-12 โดยเทียบกับระยะของการพัฒนา ของกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน (*Hymenocera picta*) ของ Fielder (1994) บันทึกระยะของการพัฒนาและจำนวนของลูกกุ้งที่พบในแต่ละระยะทุกวัน นำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละของลูกกุ้งที่อยู่ในระยะการพัฒนาต่างๆในแต่ละวัน หาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ระยะของการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละชุดทดลอง ตลอดระยะเวลาของการทดลอง

ทุกวันจะมีการทำความสะอาดตู้ทดลอง ด้วยการดูดตะกอนที่ตกค้างอยู่ภายในตู้ ทำความสะอาดตู้ทดลองด้วยการลูบผนังตู้ทดลองด้วยฟองน้ำเบาๆ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและป้องกันไม่ให้สิ่งมีชีวิตอื่นที่อาจจะลงเกาะบนผนังตู้ สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ทำความสะอาดระบบกรองด้วยการล้างใยกรอง ดูดตะกอนที่สะสมอยู่ในตู้กรอง ทำความสะอาดสกิมเมอร์ และปรับอัตราการไหลของน้ำ

หลังจากการทำความสะอาดจะให้อาหารลูกกุ้ง ด้วยอาร์ทีเมียที่เพิ่งฟัก (Newly hatched artemia) ที่อยู่ในระยะ Instar I วันละ 1 ครั้ง ความหนาแน่นของอาร์ทีเมียที่ใช้เท่ากับ 5 ตัวต่อมิลลิลิตร เท่ากันในทุกตู้ทดลอง ทั้งนี้ขณะทำความสะอาดตู้ทดลอง ก่อนที่จะให้อาหารในแต่ละวันจะต้องมีการกำจัดอาร์ทีเมียที่เหลืออยู่ออกไปให้มากที่สุด ก่อนที่จะให้อาหารชุดใหม่เข้าไปแทน

ระหว่างการทดลอง ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สำคัญในแต่ละตู้ทดลอง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Hach-senION6) (ไม่ได้วัดเนื่องจากเครื่องวัดเสีย) ความเค็ม (Salino-refractometer ATAGO รุ่น S/mill-E) ทุกวัน อุณหภูมิ (Hach-senION2) และความเป็นกรด-ด่าง (Hach-senION2) ทุก 3 วัน ความเป็นด่าง (Alkalinity) ด้วยการไตเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน (APHA, 1980) ปริมาณแอมโมเนียรวม ด้วยวิธี Phenolhypochlorite (Solorzano, 1980) ไนไตร์ท-ไนโตรเจน ด้วยวิธี Azo dye และไนเตรท-ไนโตรเจนด้วยวิธี Cadmium-reduction (Strickland and Parson, 1977) ทุก 7 วัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการเปรียบค่าเฉลี่ยของอายุ อัตรารอดของลูกกุ้งที่พ้นระยะวัยอ่อน ในทุกชุดทดลองเปรียบเทียบกัน ด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ในทุกชุดการทดลองไม่สามารถอนุบาลลูกกุ้งให้พ้นระยะวัยอ่อนได้ การเปรียบเทียบอัตรารอดจึงทำเฉพาะในวันที่ 9 ของการทดลอง (ลูกกุ้งอยู่ในระยะซูเอียที่ 3 ถึง 5) ในชุดทดลองที่ใช้ภาชนะทดลองแบบ PK และเปรียบเทียบอัตรารอดในวันที่ 15 ของการทดลอง (ลูกกุ้งอยู่ในระยะซูเอียที่ 7 ถึง 8) ในชุดทดลองที่ใช้ภาชนะทดลองแบบ CST แทน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 8 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 245511
เลขเรียกหนังสือ

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

งานวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์และพืชทะเล ฝ่ายวิจัย สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัยตลอดโครงการทั้งสิ้น 3 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณ 2553 (ตุลาคม 2552–กันยายน 2555) รายงานฉบับนี้เป็นรายงานผลของปีที่ 2 ของโครงการวิจัย