ข้อวิจารณ์ (Discussion)

การอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันน้ำเค็ม (Marine invertebrate lavae) จัดเป็นงานที่ท้าทาย เพราะต้องมีระบบและการจัดการที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มของเดคาพอดครัสเตเชียน (Decapod crustacean) ก็จัดอยู่ในกลุ่มพิเศษนี้เช่นกัน สาเหตุเป็นเพราะตัวอ่อนของเดคาพอดเหล่านี้ มีรูปร่าง (Larval morphology) ที่แตกต่างกันออกไป และจากความแตกต่างของรูปร่างนี้เอง ทำให้เป็นประเด็นปัญหาสำคัญในการอนุบาลสัตว์ทะเลวัยอ่อนเหล่านี้ โดยเฉพาะการจัดหาหรือการออกแบบภาชนะให้เหมาะสม สำหรับใช้ในการอนุบาลตัวอ่อนของเดคาพอดแต่ละชนิด ซึ่ง 2 ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา ในเรื่องของภาชนะที่ใช้ในการอนุบาล คือ รูปร่างของภาชนะ (Tank shape) และลักษณะหรือรูปแบบการไหลของน้ำ (Water circulation dynamic) ภายในภาชนะ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สีของภาชนะ การดูแลทำความสะอาดภาชนะระหว่างการอนุบาล หรือการให้อาหาร เป็นต้น (Calado, 2008) การวิจัยและพัฒนาภาชนะและระบบสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตุนวัยอ่อน ในการวิจัยในครั้งนี้จึงได้นำเอา 2 ปัจจัยสำคัญดังกล่าว มาพิจารณาในการเลือกใช้ภาชนะที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน

ภาชนะทั้งสองแบบที่ถูกเลือก เพื่อนำมาใช้ในการทดลองอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนในการทดลองครั้งนี้ เป็นภาชนะที่ได้มีการออกแบบและพัฒนามาเป็นลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับอนุบาลหรือเลี้ยงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม ได้แก่ ภาชนะที่เรียกว่า “Pseudokreisel” ที่ออกแบบโดย Raskoff et al. (2003) ใช้สำหรับเลี้ยงหวีวุ้น (Comb jelly) แมงกระพรุน (Jellyfish) หรือแพลงก์ตอนสัตว์อื่นๆที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม (Gelatinous zooplankton) ภาชนะอีกแบบหนึ่ง คือ ภาชนะที่มีรูปทรงเป็นรูปถังทรงกระบอกออกแบบให้มีส่วนก้นถังกลมมน (Cylindrico-spherical upweller tank) (Calado et al., 2008) ซึ่งเป็นภาชนะที่ได้มีการออกแบบและปรับปรุงมา เพื่อสำหรับใช้อนุบาลลูกกุ้งทะเลสวยงามวัยอ่อนและตัวอ่อนปูเสฉวน (Calado et al., 2003b, 2008) ซึ่งแต่เดิมมีรูปร่างของก้นถังเป็นรูปกรวย (Calado et al. 2003b)

ปัจจัยที่สอง คือ ลักษณะหรือรูปแบบการไหลของน้ำภายในภาชนะ ซึ่งรูปร่างของภาชนะทั้งสองแบบนี้ได้ออกแบบมา เพื่อให้มีการไหลของน้ำในภาชนะให้เหมาะสม กับการเลี้ยงหรืออนุบาลตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตที่กล่าวมาข้างต้น โดยให้มีการไหลของน้ำในลักษณะของการหมุนวนตามแนวนอน (Horizontal flow) ในภาชนะแบบ Pseudokreisel หรือการไหลวนของน้ำในแนวตั้ง (Upweller) ในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank การไหลของน้ำในภาชนะทั้งสองแบบนี้จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เพื่อพยุงลูกกุ้งให้ลอยอยู่ในมวลน้ำ และเพื่อเพิ่มโอกาสให้อาร์ทีเมีย (อาหาร) และลูกกุ้งพบกันได้ง่ายขึ้น ซึ่งอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าสู่ภาชนะทั้งสองแบบนี้ในอัตราที่แตกต่างกัน มีผลต่อความเร็วของกระแสน้ำภายในภาชนะทดลองแต่ละแบบแตกต่างกัน ซึ่งอัตราการไหลที่ไม่เหมาะสมอาจจะส่งผลให้ลูกกุ้งเกิดการกระทบ กระแทกกับผนังของภาชนะ เกิดบาดเจ็บ และตายได้ หรือ อัตราการ

ไหลที่ต่ำไปก็อาจจะทำให้ลูกกุ้งไม่สามารถลอยอยู่ในมวลน้ำได้ ขณะเดียวกันอาร์ทีเมียที่ใช้เป็นอาหารก็อาจจะไม่ได้กระจายไปอย่างสม่ำเสมอในมวลน้ำ เพราะกระแสน้ำไม่แรงพอ จึงไปรวมกันอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากกว่า ลดโอกาสที่ลูกกุ้งจะพบกับอาหารลง ทำให้ลูกกุ้งขาดอาหารหรือได้รับอาหารไม่เพียงพอ

ผลจากการทดลองอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนในภาชนะทั้งสองแบบ ที่ระดับอัตราการไหลของน้ำแตกต่างกัน 2 ระดับ ไม่สามารถที่จะอนุบาลให้ลูกกุ้งการ์ตูนเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ในทุกชุดการทดลอง ถึงแม้ภาชนะที่ใช้ในการทดลองแบบ Cylindrico-spherical upweller tank ที่นำมาใช้ในการทดลองอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนในครั้งนี้ จะสามารถใช้อนุบาลลูกกุ้งสวยงาม จำนวน 2 ชนิด คือ *Lysmata seticaudata* และ *L. debelius* ลูกปูเสฉวนสวยงามชนิด *Clibanarius erythropus* และปูสวยงามชนิด *Stenorhynchus seticornis* ให้เจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ (Calado, 2008)

จากการทดลองพบว่าอัตราการไหลของน้ำที่เพิ่มขึ้นในภาชนะแบบ Psedokreisel จาก 0.5 ลิตรต่อนาที เป็น 1 ลิตรต่อนาที ทำให้อายุเฉลี่ย (± SD) ของลูกกุ้งการ์ตูนเพิ่มขึ้นจาก 6.5 ± 4.4 วัน เป็น 13.8 ± 3.3 วัน ซึ่งเทียบเท่ากับอายุเฉลี่ยของลูกกุ้งในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 และ 2 ลิตรต่อนาที คือ 18.3 ± 3.9 18.8 ± 2.1 วัน ตามลำดับ อัตราการไหลของน้ำในภาชนะอนุบาลนี้นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง สำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์ทะเลในกลุ่มกุ้ง กั้ง ปูสวยงาม (Marine ornamental decapod crustacean larvae) เพราะกระแสน้ำที่เกิดขึ้นภายในภาชนะอนุบาลจากการไหลของน้ำ จะทำให้ตัวอ่อนเหล่านี้ไม่จมตัวลงสู่ก้นภาชนะ หรือไปรวมกลุ่มกันอยู่ ณ ที่หนึ่งที่ใด (Calado, 2003b) อัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ จึงอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลูกกุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ ซึ่งเห็นได้จากที่อัตราการไหลของน้ำต่ำสุดที่ 0.5 ลิตรต่อนาทีลูกกุ้งจะมีอายุเฉลี่ยต่ำที่สุด การเพิ่มอัตราการไหลของน้ำให้สูงขึ้น หรือปรับเปลี่ยนอัตราการไหล ให้สอดคล้องกับระยะของการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนที่เพิ่มขึ้น อาจจะทำให้ลูกกุ้งสามารถที่จะเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ ดังเช่นการทดลองของ Calado et al. (2003b) ที่อนุบาลลูกกุ้งทะเลสวยงามชนิด *L. wurdemanni* และปูสวยงาม 2 ชนิด คือ *Mithraculus sculptus* กับ *Cryptodromiopsis antillensis* ในภาชนะแบบ Cylindrico-conical upweller tank ระหว่างการทดลองผู้ทดลองจะปรับอัตราการไหลของน้ำให้เปลี่ยนไปตามระยะของการพัฒนา โดยเริ่มจาก 0.5 ลิตรต่อนาที ที่ระยะแรกของการพัฒนา (ซูเอีย 1) หลังจากนั้นจะเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 1 ลิตรต่อนาที จนถึงระยะซูเอียที่ 5 ก็จะเพิ่มอัตราการไหลของน้ำอีกครั้งหนึ่งเป็น 2 ลิตรต่อนาที ซึ่งผลการทดลองพบว่าตัวอ่อนของสัตว์ทดลองทั้ง 4 ชนิดสามารถเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งทะเลสวยงามชนิดหนึ่ง ก็อาจจะไม่สามารถที่ใช้สำหรับอนุบาลลูกกุ้งชนิดอื่นได้ เช่น การทดลองอนุบาลลูกกุ้งสวยงามและลูกปูเสฉวนของ Calado et al. (2008) ในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank พบว่าสามารถอนุบาลกุ้งสวยงาม จำนวน 2 ชนิด คือ *L. seticaudata*

และ *L. debelius* ลูกปูเสฉวนสวยงามชนิด *C. erythropus* และปูสวยงามชนิด *S. seticornis* ให้เจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ แต่กลับไม่สามารถอนุบาลลูกกุ้งสวยงามชนิด *S. hispdus* ให้พ้นระยะวัยอ่อนได้ โดยลูกกุ้งที่อนุบาล สามารถเจริญเติบโตได้จนถึงระยะซูเอีย 5 เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าตัวอ่อนของเดคาพอดครัสเตเชียนนี้ มีความต้องการสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการอนุบาลที่แตกต่างกัน เหมือนกับที่ Calado (2008) ได้กล่าวว่า ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนของ เดคาพอดครัสเตเชียนที่แตกต่างกัน ทำให้การอนุบาลยุ่งยากขึ้น เพราะต้องออกแบบภาชนะและการไหลของน้ำ ให้เหมาะสมกับชนิดของเดคาพอดครัสเตเชียนเหล่านี้

อัตรารอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อายุ 9 วัน มีอัตรารอดต่ำสุด ในภาชนะแบบ Pseudokreisel ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.5 ลิตรต่อนาที โดยอัตรารอดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ เช่นเดียวกับที่พบในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank ที่ใช้ในการอนุบาล แต่เมื่ออนุบาลลูกกุ้งได้ 15 วัน มีเพียงภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank เท่านั้นที่ลูกกุ้งยังมีชีวิตรอดอยู่ และมีอัตรารอดที่ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าชนิดของภาชนะที่ในการทดลองในครั้งนี้ รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำในภาชนะแต่ละชนิด มีแนวโน้มว่ามีผลต่ออัตรารอดของลูกกุ้งการ์ตูน การปรับอัตราการไหลที่เปลี่ยนไปในภาชนะแต่ละแบบให้สูงขึ้นเปรียบเทียบกัน เพื่อหาอัตราการไหลที่เหมาะสมสำหรับภาชนะในแต่ละแบบ น่าจะเพิ่มอัตรารอดของลูกกุ้งการ์ตูน หรือสามารถที่จะทำให้ลูกกุ้งเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ ดังเช่นการเปรียบเทียบผลการอนุบาลลูกกุ้ง *L. seticulata* และ *L. debelius* ในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank และ Cylindrico-conical upweller tank พบว่า ภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank พบว่าอัตรารอดของลูกกุ้งทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยอัตรารอดของลูกกุ้งสูงกว่าเมื่ออนุบาลในภาชนะแบบ Cylindrico-spherical upweller tank (Calado et al., 2008)

Fiedler (1994) ได้ทำการอนุบาลและศึกษาระยะการพัฒนาการของตัวอ่อนของกุ้งการ์ตูน พบว่าลูกกุ้งมีระยะวัยอ่อนทั้งสิ้น 12 ระยะ ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis) เข้าสู่ระยะหลังวัยอ่อน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 34 วัน ที่อุณหภูมิ 25°-27° C และลูกกุ้งจะมีพัฒนาการที่เร็วขึ้นโดยเหลือเพียง 28 วันเท่านั้น หากอุณหภูมิระหว่างการอนุบาลสูงกว่า 28°C โดยลูกกุ้งจะลอกคราบครั้งแรกเมื่ออายุได้ 2 วัน และจะลอกคราบทุกๆ 2-3 วัน จนกว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เช่นเดียวกับที่พบในทุกชุดการทดลองของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนในครั้งนี้

การที่ลูกกุ้งการ์ตูนไม่สามารถเจริญเติบโตจนพ้นระยะวัยอ่อนได้ในการทดลองครั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะลูกกุ้งการ์ตูน มีความต้องการสภาพแวดล้อมในการอนุบาลที่แตกต่างออกไป จากกุ้งหรือปูสวยงามชนิดอื่นๆที่มีรายงานผลสำเร็จของการอนุบาล นอกจากอัตราการไหลของน้ำที่ยังต้องทำการวิจัย เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมสำหรับภาชนะแต่ละชนิดแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องทำการวิจัย เพื่อศึกษาปัจจัยหรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนเป็นการเฉพาะ เช่น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ความหนาแน่น อุณหภูมิ ที่พบว่ามีผลต่อการอนุบาลลูกกุ้งสวยงามชนิดอื่นๆหลาย

ชนิด (Zhang et al., 1997; Zhang and Lin, 1998; Palmtag and Holt, 2001; Simoes et al., 2002; Calado et al., 2005; Figueiredo and Narciso, 2006; Cunha et al., 2008)