บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดของแม่พันธุ์และระบบการเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน

การศึกษาครั้งนี้ใช้แม่กุ้งจากบ่อเลี้ยงที่มีขนาดความยาวเฉลี่ย 13.42 ± 1.24 เซนติเมตร เป็นแม่พันธุ์ที่มีอายุประมาณ 8 เดือน ถึง 1 ปี และเป็นกุ้งที่เลี้ยงในบ่อเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลเนื่องจากขนาดหรืออายุของแม่พันธุ์ และผลทางสภาวะแวดล้อมต่อลูกกุ้งที่ใช้ในการทดลอง นอกจากนั้นขนาดของแม่พันธุ์ดังกล่าวยังสามารถหาได้ง่ายในบ่อเลี้ยง และให้ลูกกุ้งที่มีขนาดใหญ่ แข็งแรง และมีอัตรารอดสูง

มีผู้เลี้ยงหลายคนเคยพบว่าการเลือกแม่พันธุ์จากธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ และสามารถให้จำนวนลูกกุ้งได้ครั้งละมาก ๆ มักมีเปอร์เซนต์การรอดของลูกกุ้งต่ำกว่าแม่กุ้งที่มีขนาดเล็กดังเช่น Wickins และ Beard (1974) รายงานว่าขนาดของลูกกุ้งจะแปรผันกลับกับขนาดของแม่กุ้ง และสามารถเขียนความสัมพันธ์นี้ได้ดังนี้

ความยาวของตัวอ่อน = 2.23848 − 0.001326 ความยาวของแม่กุ้ง

$(r = -0.3655$ d.f. 21, $0.05 < P < 0.1)$

แสดงให้เห็นว่าแม่กุ้งที่มีขนาดใหญ่จะให้ลูกกุ้งมีขนาดเล็กกว่าแม่กุ้งที่มีขนาดเล็ก และน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ลูกกุ้งที่เกิดจากแม่กุ้งขนาดใหญ่มีเปอร์เซนต์การรอดต่ำกว่าลูกกุ้งที่เกิดจากแม่กุ้งที่มีขนาดเล็กกว่า

สำหรับระบบเลี้ยงลูกกุ้งในการศึกษาครั้งนี้เลือกระบบน้ำแบบปิด เนื่องจากคุณภาพของน้ำในระบบนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (ดังตารางที่ 19) และการใช้ระบบกรองใหญ่เพียงบ่อเดียวจ่ายน้ำไปสู่บ่อเลี้ยงช่วยให้คุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งวัยอ่อนมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกบ่อ การเลี้ยงลูกกุ้งในระบบที่มีการเปลี่ยนน้ำใหม่บ่อย ๆ

New (1976) รายงานว่าจะทำให้ parameters ต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป และมีผลกระทบกระเทือนต่อขั้นตอนการเจริญและเปอร์เซนต์การรอดของกุ้ง Cripps (1976) พบว่าการเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมจะมีผลต่อการลอกคราบของกุ้งด้วย ฉะนั้น การทดลองเกี่ยวกับอาหารกุ้งจึงต้องควบคุมองค์ประกอบอื่น ๆ ให้คงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

การศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยอาหารชนิดเดียวตลอด 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียวกัน 12 ชั่วโมง สลับกับตัวอ่อนของอาร์-ทีเมีย 12 ชั่วโมง (ดังตารางที่ 7 และ 10) แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสลับตัวอ่อนอาร์ทีเมียมีขั้นตอนการเจริญเร็วกว่า กล่าวคือ ในเวลา 6 สัปดาห์ลูกกุ้งวัยอ่อนสามารถเจริญถึง stage ที่ 8 หมด (ยกเว้นสูตร Mp (c.o.) ในขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง กุ้งบางส่วนยังมีขั้นตอนการเจริญอยู่ใน stage ที่ 7 เท่านั้น

Kinne (1977) กล่าวว่าการใช้ single component diets เลี้ยง crustaceans ส่วนใหญ่มักมีคุณค่าของอาหารไม่ครบถ้วนเหมือน multi-component diets และอาจเป็นอันตรายด้วยโรคขาดอาหาร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง มีขั้นตอนการเจริญช้ากว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสลับ

ในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง พบว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียและอาหารเนื้อปลา ไข่ผสมมันกุ้ง (สูตร FES) มีขั้นตอนการเจริญดีที่สุดและสามารถเจริญเติบโตถึงขั้นสุดท้ายหมดใน 6 สัปดาห์ มีอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ (stages of development) ต่อสัปดาห์ (b) เท่ากับ 1.2893 และ 1.2429 ตามลำดับ (ดูตารางที่ 8) ในขณะที่กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE, Mp (c.o.) และ Mp (p.o.) มีอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ

ต่อสัปดาห์เพียง 1.1982, 1.1250 และ 1,1429 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่า b ด้วยการวิเคราะห์ทางโคเวเรียน พบว่าอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนด้วยอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ยกเว้นอาหารสูตร Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) ที่มีการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Kinne (1977) สรุปผลการทดลองของนักวิจัยหลายท่านว่า ในอาหารจำพวก single component diets สำหรับ decapods อาร์ทีเมีย ซาไล่นา ดูเหมือนจะเป็นอาหารที่สำคัญที่สุด และยังพบว่าอาหารที่พวกนี้ชอบเป็นอาหารที่มาจากธรรมชาติมากกว่าจากสารสังเคราะห์ นอกจากนี้เขายังสรุปว่าอาหารที่ดีที่สุดสำหรับกุ้งก็คืออาหารที่ทำจากกุ้งนั่นเอง ซึ่งเป็นเหตุผลที่แสดงให้เห็นว่าทำไมอาหารตัวอ่อนอาร์ทีเมียและอาหารมันกุ้งจึงให้การเจริญเติบโตดีกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ

นอกจากนั้น Kinne (1977) ยังพบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารไม่เพียงพอจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีตัวไปจากธรรมชาติ โดยจะมีสีน้ำเงินมากขึ้น และการทดลองครั้งนี้พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE, Mp (c.o.) หรือ MpS (p.o.) ชนิดเดียว 24 ชั่วโมง และในอาหารสูตร Mp (c.o.) ที่เลี้ยงสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย กุ้งส่วนใหญ่จะมี pigment สีแดงข้างตัวลดลง และมี pigment สีน้ำเงินเกิดขึ้นแทน

ในกลุ่มของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเติมมันกุ้งสลับอาร์ทีเมียพบว่า pigment ที่เปลือกจะเป็นสีแดงมากกว่าอาหารที่ไม่เติมมันกุ้ง Sandifer และ Joseph (1976) พบว่าการใช้อาหารเติมน้ำมันจากหัวกุ้งเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นจะให้การเจริญรวดเร็วกว่าอาหารที่ไม่เติมอย่างมีนัยสำคัญ และยังเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนเนื้อ (food conversion efficiency) ได้เกือบ 2 เท่าด้วย ดังนั้นอาหารสูตรเติมมันกุ้งจึงเหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงกุ้ง

การเปรียบเทียบจำนวนกุ้งที่ควำและไม่ควำ (ในตารางที่ 13) พบว่าอัตราส่วนของกุ้งไม่ควำต่อกุ้งควำที่เลี้ยงด้วย Ar, FE, FES, Mp (c.o.) และ

MpS (c.o.) ชนิดเดียว 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.97%, 11.50%, 6.14%, 31.15% และ 39.50% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียสามารถเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นได้เร็วที่สุด รองลงมาคืออาหารสูตร FES (เนื้อปลา, ไขผสมมันกุ้ง) อาหารที่ให้การเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นช้าที่สุดคือ อาหารสูตร Mp (c.o.) และสูตร MpS (p.o.) (คาเซอีนเติมมันกุ้ง) จากตารางที่ 9 แสดงว่าขั้นตอนการเจริญของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรทั้ง 2 นี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าอาหารของสูตร Mp (c.o.) และ MpS (c.o.) (ในตารางที่ 6) พบว่าคุณค่าอาหารของสูตรทั้ง 2 มีค่าต่างกันมาก ซึ่งไม่น่าจะให้ค่าการเจริญเติบโตเหมือนกัน ดังนั้นผลที่ได้จากสูตรอาหารทั้ง 2 นี้ จึงควรเกิดจากองค์ประกอบอื่น ซึ่งสันนิฐานว่าเกิดจากผลของอุณหภูมิ

เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ experimental units มีจำกัด ฉะนั้นจึงไม่สามารถทดลองอาหาร 5 ชนิดได้ในเวลาเดียวกันหมด และต้องจัดการทดลองอาหารสูตร MpS (p.o.) ไว้หลังการทดลองสูตรอื่นแล้ว ซึ่งใกล้กับช่วงเปลี่ยนฤดู ทำให้ช่วงสัปดาห์หลังของการทดลองอาหารสูตร Mp (p.o.) มีอุณหภูมิลดลงจาก 29 °ซ. เป็น 26 °ซ. และเป็นเหตุทำให้กุ้งมีขั้นตอนการเจริญช้าลง จากตารางที่ 7 และรูปที่ 3 จะสังเกตเห็นว่าขั้นตอนการเจริญของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) ใน 4 สัปดาห์แรก ไม่แตกต่างกับกุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียและอาหารสูตร FES เลย แต่ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) จะมีขั้นตอนการเจริญช้าลงเช่นเดียวกัน ถ้าพิจารณาจากกุ้งคว่ำตัวแรก พบว่าอาหารสูตร MpS (p.o.) สามารถให้กุ้งคว่ำได้เร็วที่สุดคือ 29.33 วัน ขณะที่กุ้งสูตรอื่นจะคว่ำตัวแรกระหว่างวันที่ 31.33 ถึง 35.0 วัน แต่กลับพบว่ากุ้งจะใช้เวลาการคว่ำถึงตัวสุดท้ายนานที่สุด (อัตราไม่คว่ำต่อคว่ำมีค่าสูงที่สุด) นั่นแสดงว่าการลดของอุณหภูมิตอนช่วงสัปดาห์หลังทำให้ขั้นตอนการเจริญและการลอกคราบของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) 24 ชั่วโมงมีค่าลดลง และมีผลคล้ายกับ

Hartt noll (1978) ทดลองในลูกปู Rhithropanopeus harrisii ที่ฟลอริดา พบว่าถ้าอุณหภูมิลดลงจะทำให้ขั้นตอนการเจริญและอัตราการลอกคราบลดลง Brett และ Higgs (1970) พบว่าการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารของปลาใช้เวลามากขึ้น ถ้าอุณหภูมิลดลงด้วยเหตุผลนี้เองที่ทำให้กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) ซึ่งมีคุณค่าอาหารสูงกลับมีขั้นตอนการเจริญช้าลง

อย่างไรก็ดี ถ้าพิจารณาผลของอาหารสูตร FE, FES, Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) จากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวออนของอาร์ทีเมีย จะพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) ที่มีโปรตีน 27.92% มีขั้นตอนการเจริญดีที่สุด และมีอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนของการเจริญต่อสัปดาห์ (b) เท่ากับ 1.48 ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง และยืนยันอีกครั้งว่าผลของขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) 24 ชั่วโมง มีผลจากองค์ประกอบอื่นมากกว่าจากคุณค่าอาหารอย่างเดียว

ขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวออนอาร์ทีเมีย ซึ่งจัดเป็นวิธีการเลี้ยงด้วย multi-component diets พบว่าอาหารส่วนใหญ่ให้การเจริญเติบโตแก่ลูกกุ้งดี และมีอาหารหลายสูตรให้อัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญใกล้เคียงกันหรือเท่ากันเช่นกลุ่ม FE, FEC และ FES และกลุ่ม MpC, MpS (c.o.), Mp, MpA และ MpSoy (p.o.) แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงด้วยอาหารหลายชนิดให้ผลของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งได้ดีกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเพียงอย่างเดียว โดยจะเห็นได้จากอาหาร FE และ FES ซึ่งการทดลองครั้งแรกพบว่าอาหารทั้ง 2 ชนิดให้ผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งวัยอ่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การทดลองครั้งหลังพบว่าการเจริญเติบโตมีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับอาหารสูตร Mp (c.o.) นั้นไม่ว่าจะเป็นการทดลองเลี้ยงแบบใดพบว่าให้ผลของการเจริญเติบโตช้าที่สุด และเมื่อพิจารณาจากคุณค่าของอาหารดังตารางที่ 6 พบว่ามีโปรตีนเพียง 10.43%, ไขมัน 1.58% (โคเลสเตอรอล 0.06%) และน้ำ 76.68% ซึ่งถือว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าต่ำที่สุด อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาอาหารสูตร

MpC (c.o.) ซึ่งเป็นอาหารที่มีส่วนผสมส่วนใหญ่เหมือนสูตร Mp (c.o.) แต่มีการเพิ่มโคเลสเตอรอลให้สูงขึ้นอีก 1.00% พบว่ากุ้งวัยอ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้นและเท่า ๆ กับอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่า (สูตร MpS (c.o.), Mp (p.o.), MpA (p.o.) และ MpSoy (p.o.)) นั่นแสดงให้เห็นว่าโคเลสเตอรอลน่าจะมีส่วนช่วยเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งได้ นอกจากนั้นจากอาหารสูตร Mp(p.o.) ซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง แต่ไขมันและโคเลสเตอรอลต่ำ (0.20%) พบว่าให้การเจริญเติบโตดีเช่นกัน ดังนั้นโปรตีนและโคเลสเตอรอลมีส่วนช่วยให้การเจริญเติบโตของกุ้งสมบูรณ์ขึ้น และอาจทดแทนกันได้

Kanazawa et al., (1971) และ Deshimaru และ Kuroki (1974) ทดลองเลี้ยงกุ้งวัยรุ่นของ Penaeus japonicus ด้วยอาหารโคเลสเตอรอล พบว่าให้การเจริญเติบโตเป็นปกติ และให้อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าอาหารที่ขาดโคเลสเตอรอล หรือเติมสเตอรอลตัวอื่น นอกจากนั้น Gilbert et al., (1975) แสดงให้เห็นว่าโคเลสเตอรอลเป็นสารตัวแรก (precursor) ที่ทำให้เกิดการสร้าง ecdysone (molting hormone) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโคเลสเตอรอลมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลอกคราบ Winget และ Herman (1978) พบว่า ecdysone ในขบวนการลอกคราบของแมงดาทะเลถูกควบคุมโดย protein metabolism. Skinner (1963) และ Patel (1971) พบว่าโปรตีนและ developmental stage ในปูมีความสัมพันธ์กัน Gorell และ Gilbert (1969) และ McWhinnie et al., (1972) พบว่า mode ของ ecdysone ใน crustaceans จะถูกยับยั้งหรือกระตุ้นด้วย protein metabolism

ด้วยเหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าทั้งโปรตีนและโคเลสเตอรอลมีความสำคัญต่อการลอกคราบ และการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

จำนวนกุ้งไม่ควำต่อกุ้งควำของการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวอ่อนอาร์ทีเมีย (ตารางที่ 16) ของอาหารทั้ง 10 สูตร มีอัตราส่วนคือ 1.25, 3.28, 2.51,

3.96, 2.37, 0.67, 1.66, 2.38, 4.28 และ 9.03% ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย 3.14% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง (เฉลี่ย 18.45%) นอกจากนั้นยังพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับอาร์ทีเมียสามารถคว่ำได้เร็วกว่า คือกุ้งคว่ำตัวแรกเมื่ออายุเฉลี่ย 26.50 วัน ในขณะที่กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง คว่ำตัวแรกเมื่ออายุเฉลี่ย 32.46 วัน แสดงให้เห็นว่า multi component diets ช่วยให้กุ้งเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นได้เร็วกว่า single component diets

ในกลุ่มที่ทดลองเลี้ยงอาหารสูตรสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย พบว่าอาหารที่เติมมันกุ้งทุกสูตร (FES, MpS (c.o.) และ MpS (p.o.)) และอาหารเติมไขขาว (สูตร MpA (p.o.)) ลูกกุ้งมีการเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นเร็วที่สุด และมีค่าใกล้เคียงกันคือ 21 – 23 วัน

Sandifer และ Joseph (1976) พบว่าในมันกุ้งจะมี $\omega 3$ fatty acids หรือ Linolenic acid ซึ่งสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นได้เป็น 2 เท่าของอาหารที่ไม่เติมมันกุ้ง นอกจากนั้นยังเพิ่ม carotenoid pigment แก่กุ้งอีก 15 เท่า Sick (1975) พบว่าไขขาวหรือ ovalbumin เป็น attractant ที่ให้พลังงานสูงและให้ประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียแห้ง ด้วยเหตุนี้จึงพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่เติมมันกุ้งหรือไขขาวมีการเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นได้เร็วกว่าอาหารสูตรอื่น Provasoli (1975) พบว่าอาหารที่เติมไข่แดง (egg yolk) เป็นพิษกับการเลี้ยง Daphnia และ Moina และผลการทดลองครั้งนี้พบว่าอาหารสูตร FE และ FEC ซึ่งเติมไข่เป็ดทั้งฟอง ให้การเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นช้ากว่าอาหารที่ไม่ได้เติม (ยกเว้นอาหารสูตร Mp (c.o.).) Harris และ von Loexcke (1960) สรุปว่าไข่ 1 ฟองหนักประมาณ 54 กรัม มีไข่แดง 19 กรัม และไขขาว 30 กรัม แสดงให้เห็นว่าไข่แดงมีประมาณครึ่งหนึ่งของไขขาว ฉะนั้นถ้าไข่แดงมีพิษต่อ

ไรน้ำจริง การเติมไข่เป็ดทั้งฟองก็น่าจะมีผลต่อกุ้งด้วย และผลนั้นอาจมีส่วนยับยั้งการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

รายงานหลายฉบับแสดงให้เห็นว่ากุ้งที่กินอาหารจำพวก crustaceans หรือประกอบด้วยส่วนประกอบของ crustaceans จะมี pigments เข้มขึ้น เนื่องจากกุ้งสามารถรับการถ่ายทอก pigments จากอาหารได้ (Saito และ Reiger, 1971; Meyers และ Rutledge, 1973; Spinelli et al.1974 และ Joseph และ Williams, 1975) ฉะนั้นการทดลองนี้กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับอาร์ทีเมียและกุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียและอาหารสูตรเติมมันกุ้ง 24 ชั่วโมง จึงพบว่ามี pigment ที่ลำตัวเข้มกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE และ Mp (c.o.) 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอาหารที่ปราศจากส่วนผสมของ crustaceans นอกจากนั้น Conklin (1976) ยังพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรผสมของคาเซอีนจะมีสีของลำตัวเป็นสีฟ้าจางหรือขาวและมีเปลือกบางเปราะ และมีขนาดตัวเล็กกว่า การทดลองครั้งนี้พบว่ากุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE และ Mp (c.o.) 24 ชั่วโมง จะมีลักษณะเช่นนี้เหมือนกัน แต่พบว่ากุ้งบางตัวจะมีขนาดเล็กมากและมีสีออกน้ำเงินเข้มตามลำตัว ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายกุ้งที่ขาดอาหาร (Kinne, 1977)

<u>เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน</u>

การทดลองเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง พบว่าตัวอ่อนของอาร์ทีเมียให้ผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 1,317.67 ตัว หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์การรอด 26.35% อาหารสูตร FE (เนื้อปลาผสมไข่) ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเฉลี่ย 153.6 ตัว คิดเป็นเปอร์เซนต์การรอด 3.07% อาหารสูตร FES, Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 781.66, 275.0 และ 528.33 ตัว หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์การรอด 15.63, 5.5 และ 10.56% ตามลำดับ (ดังตารางที่ 13) แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเติมมันกุ้งมีเปอร์เซนต์การรอดสูงกว่าอาหารชนิด

เดียวกันที่ไม่เติมมันกุ้ง แต่ให้เปอร์เซนต์การรอดน้อยกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย เมื่อตรวจสอบคุณค่าของอาหารทั้ง 5 ชนิดดู พบว่าอาหารที่เติมมันกุ้งมีคุณค่าอาหารสูงกว่าอาหารไม่เติมมันกุ้ง (ดูตารางที่ 6) แต่ยังมีคุณค่าน้อยกว่าตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย ซึ่ง Dutrieu (1960) รายงานว่ามีโปรตีน 50.60%, ไขมัน 23.2%, คาร์โบไฮเดรต 6.0% และเถ้า 14.7% จากความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การรอดกับโปรตีน, ไขมัน และโคเลสเตอรอลในรูปที่ 5 แสดงว่ากุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน, ไขมัน และโคเลสเตอรอลสูงจะให้เปอร์เซนต์การรอดสูง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอาหารที่มีคุณภาพสูงจะให้เปอร์เซนต์การรอดสูงกว่าอาหารที่มีคุณภาพต่ำ

Conklin (1976) พบว่าการเลี้ยงตัวอ่อนของกุ้งมังกรด้วยอาร์ทีเมียสามารถให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดสูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรของ Zein-Eldin และ Meyers (1973) Sick (1975) เสนอแนะว่าการเพิ่มอาหารให้มีคุณภาพสูงจะช่วยให้กุ้งมีอัตรารอดและการเจริญเติบโตสูงขึ้น Sandifer และ Joseph (1976) พบว่ามันกุ้งมี linolenic acid ที่ช่วยให้กุ้งมีการเจริญเติบโตและอัตรารอดสูงขึ้น (Sick และ Andrew, 1975)

การเลี้ยงกุ้งด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย แม้จะให้อัตรารอดดีที่สุดในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย พบว่ามีอัตรารอดต่ำที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอย่างเดียว เป็น single component diets และ Kinne (1977) สรุปว่าสัตว์ทะเลหลายชนิดมีความยุ่งยากในการย่อย เนื่องจากอาร์ทีเมียมีโครงสร้างภายนอกค่อนข้างแข็งแรงและสามารถทน digestive enzyme ได้ ทำให้ food uptake, digestion และ absorption ต้องเสียเวลามาก Wickins (1972) พบว่าการใช้อาร์ทีเมียที่เพิ่งฟักเป็นตัวหรือที่ฟัก 24 ชั่วโมง ไม่มีคุณค่าอาหารเพียงพอต่อการเลี้ยงกุ้ง Palaemon serratus นอกจากนั้น Slobodkin (1968) ยังพบว่าบางครั้ง

การใช้อาร์ทีเมียเลี้ยงตัวอ่อนของกุ้งอาจเป็นอันตรายเนื่องจากปัญหามลภาวะก็ได้ เขาพบว่าอาร์ทีเมียจาก Utah (U.S.A.) ทำให้ตัวอ่อนของปลาซีกเดียวมีการเจริญผิดปกติ เนื่องด้วยพิษของยาฆ่าแมลง นอกจากนั้นอาร์ทีเมียยังทำให้ระบบเลี้ยงมีแอมโมเนียเพิ่มขึ้นถึง 46% ของ total NH_3 ทั้งนี้ Nicol (1976) อธิบายว่าขบวนการถ่ายของเสียของมันจะมีแอมโมเนียประมาณ 70 – 80% ของเสียที่ปล่อยออกมา ฉะนั้นการใช้อาร์ทีเมียเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนจึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษ

เปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรผสมมันกุ้ง (สูตร FES, MpS(.o.)และ MpS (p.o.) มีเปอร์เซนต์การรอดสูงที่สุด คือ 49.36, 48.84 และ 45.60% และจากการวิเคราะห์ด้วย pairwise test(ตารางที่ 18) แสดงว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมมันกุ้งทั้ง 3 สูตร มีเปอร์เซนต์การรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีเปอร์เซนต์การรอดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารสูตรที่ไม่เติมมันกุ้งทุกสูตร อาหารที่ให้เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งวัยอ่อนรองลงมาคือ อาหารสูตร FE และ Mp (p.o.) (37.33 และ 35.35% ตามลำดับ) อาหารผสมเติมไข่ขาว (สูตร MpA (p.o.)) มีเปอร์เซนต์รอดต่ำสุด 26.77% อาหารที่เหลือ (สูตร FEC, Mp (c.o.), MpC (c.o.) และ MpSoy (p.o.)ให้เปอร์เซนต์รอด 31.13, 31.30, 33.20 และ 30.13% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ด้วย pairwise test แสดงให้เห็นว่ากุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่เติมมันกุ้งทั้ง 7 สูตร มีเปอร์เซนต์การรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ยกเว้นอาหารสูตร FE และ MpA (p.o.))

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอาหารสูตรเติมมันกุ้งจะให้เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนสูงกว่าอาหารสูตรที่ไม่เติมมันกุ้ง และอาหารสูตรที่เติมโคเลสเตอรอล (สูตร FEC และ MpC (c.o.)) และอาหารสูตรที่ไม่เติมโคเลสเตอรอล (สูตร FE และ Mp (c.o.)) ให้เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นแสดงว่ามันกุ้งมีผลต่อเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน แต่โคเลสเตอรอลไม่มีผล

Sandifer และ Joseph (1976) ทดลองเติมมันกุ้งในอาหารสำหรับกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น พบว่าในเวลา 12 สัปดาห์ อัตรารอดของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเติมมันกุ้งและไม่เติมมันกุ้งมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 71.0 และ 68.0% ตามลำดับ Sick และ Andrews (1973) และ Kanazawa et al.(1979) รายงานว่าในมันกุ้งมี linolenic acid ซึ่งมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต และอัตรารอดของกุ้งสูงขึ้น แต่ Yu และ Sinnhuber (1975) พบว่าการใช้ linolenic acid มากเกิน 5% จะยับยั้งการเจริญเติบโตและทำให้อัตรารอดของกุ้งต่ำลง แต่อย่างไรก็ตามเขาก็สรุปว่า linolenic acid มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการรอดของกุ้ง Kanazawa et al. (1971) พบว่าโคเลสเตอรอลไม่มีผลต่ออัตรารอดของกุ้งวัยรุ่น และผลของอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและคุณค่าของอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง (ดังรูปที่ 5) แสดงว่าอัตรารอดของกุ้งวัยอ่อนขึ้นกับปริมาณของไขมันและโปรตีนมากกว่าขึ้นกับปริมาณของโคเลสเตอรอล ซึ่งสนับสนุนให้เห็นว่าโคเลสเตอรอลมีผลต่ออัตรารอดน้อยกว่าไขมันและโปรตีน

<u>คุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง</u>

การทดลองครั้งนี้พบว่าคุณภาพของน้ำทางเคมี เช่น แอมโมเนีย, ไนไตรท์, ไนเตรต และฟอสเฟต มีการเปลี่ยนแปลงน้อยและมีความเข้มข้นต่ำกว่าระดับที่เป็นพิษหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อกุ้ง Wickins (1976) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย, ไนไตรท์ และไนเตรต ที่มีผลต่อกุ้งก้ามกรามระยะยาวมีค่าเท่ากับ 0.45 ppm., 6.4 ppm. และ 160 ppm. ตามลำดับ Armstrong et al.,(1976) พบว่าความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อกุ้งมีค่า 1.80 ppm. การทดลองครั้งนี้พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย, ไนไตรท์ และไนเตรต มีค่าสูงสุด 0.10 ppm., 0.18 ppm. และ 1.20 ppm. ตามลำดับ และมีค่าต่ำกว่าระดับที่เกิดอันตรายระยะยาวไม่ต่ำกว่า 45 เท่า

คุณภาพของน้ำทางสกายะพบว่าปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าปกติ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อย pH มีค่าค่อนข้างเป็นด่างอ่อน ๆ และมีค่าสูงสุด 8.80 แต่ก็ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสำหรับการเลี้ยงกุ้งและปลา (Tenedero, 1977) ความเค็มควบคุมให้คงที่ 12 ส่วนในพันส่วน คุณภาพของน้ำทางสกายะที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากคือ อุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองกระทำในห้องโล่งที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และทำให้ผลการทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกุ้งเกิดความผิดพลาดขึ้น (ดังที่กล่าวมาแล้ว)

คุณสมบัติของน้ำทางชีวภาพ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของ dominant species ของพืช ตามฤดูกาลทั้งนี้เข้าใจว่าเกิดจากอิทธิพลของแสงและอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยพบว่าฤดูร้อนมี Enteromorpha sp. เกิดขึ้นมาก แต่ฤดูหนาวเกิด Oscillatoria sp. มาก สำหรับแพลงตอนสัตว์พบว่ามี calanoid copepods เป็น dominant species ทั้งปีโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง และเข้าใจว่า copepods พวกนี้อาจเป็นอาหารของกุ้งวัยอ่อนได้ เนื่องจากมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของตัวอ่อนอาร์ทีเมียและเคลื่อนที่ได้ไม่เร็วนัก แต่พบว่า copepods ชนิดนี้ชอบเคลื่อนที่อยู่บริเวณพื้นขอบบ่อจึงยากที่กุ้งจะจับมันเป็นอาหารได้

การทดลองครั้งนี้ไม่พบโรคที่ทำให้เกิดการตายของลูกกุ้ง แต่พบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งจนถึง stage ที่ 8 ลูกกุ้งจะมีการตายเกิดขึ้นในบางบ่อที่ทดลอง ซึ่งหาสาเหตุไม่ได้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะการตายแบบนี้จะเกิดในอาหารเกือบทุกสูตร แต่ไม่เกิดทุกบ่อ และไม่พบสิ่งแปลกปลอมในทรากของกุ้งที่ตาย สมเกียรติ (2522) ก็พบปัญหานี้เช่นกันและไม่สามารถอธิบายปัญหานี้ได้