

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ขนาดของกุ้งที่ใช้ในการทดลอง ลูกกุ้งที่ใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลจากการให้อาหารสมทบชนิดต่าง ๆ ได้คัดเลือกลูกกุ้งที่มีขนาดระหว่าง 5.0 - 7.0 ซม. ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับจะทำการให้อาหารเพิ่มเติมจากธรรมชาติ ความยาวเฉลี่ยของกุ้งที่เลี้ยงในแต่ละคอกก็เกือบจะไม่มี ความแตกต่างกันเลย ฉะนั้น จึงเหมาะที่จะนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างเด่นชัด โดยไม่ต้องพะวงถึงความแตกต่างระหว่างขนาด (Size effect) ในแต่ละคอก การตรวจสอบขนาดของกุ้งทุกช่วงระยะเวลาที่ดำเนินการภายใต้วิธีการและสภาวะเดียวกัน ซึ่งใกล้เคียงกับสภาวะธรรมชาติที่สุด ฉะนั้น ควรนำผลมาเปรียบเทียบกับสภาวะอื่น ๆ ได้

2. อาหารกุ้ง การทดลองครั้งนี้มุ่งจะศึกษาถึงผลของอาหารสมทบที่ใช้เลี้ยงกุ้ง แต่ถึงแม้จะให้อาหารเป็นประจำทุกวันก็ตาม กุ้งก็ยังกินอาหารธรรมชาติเล็กน้อย

2.1 อาหารสมทบ ในการทดลองได้เลือก เนื้อหอยแครง เนื้อหมึกกล้วยและเนื้อปลาเบ็ด เป็นอาหารสมทบเพื่อใช้เลี้ยงกุ้ง การจัดเตรียมก็อยู่ภายใต้หลักเกณฑ์เดียวกัน กล่าวคือ พยายามเอาส่วนแข็งของร่างกายออก ส่วนเนื้อเท่านั้นที่นำมาหั่นหรือสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่สำหรับปลาเบ็ด เนื่องจากเป็นปลาที่มีราคาถูกและรวมเอาปลานานาชนิด ซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็กหรือที่เป็นปลาที่มีขนาดปานกลาง ก็อยู่ในสภาพที่ไม่สด การเตรียมจึงแตกต่างกว่าอาหารชนิดอื่น เพราะถ้าเป็นปลาขนาดเล็กไม่สามารถจะแลเนื้อออกมาได้ บางครั้งจึงต้องตัดส่วนหัวทิ้ง ที่เหลือก็นำมาสับให้กุ้งกิน จากการสังเกตพบว่า ปริมาณอาหารที่กุ้งกินมากหรือน้อยในแต่ละช่วงระยะเวลา มีแนวโน้มเหมือนกันทั้ง 3 ชนิด ปริมาณอาหารที่กุ้งกินแต่ละวัน เราไม่สามารถจะกล่าวได้ว่า กุ้งใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ เพราะในบ่อทดลองเลี้ยงกุ้งทุกบ่อ มักจะมีกุ้งชนิดอื่น ปลาและปู เล็ดลอดเข้าไปแย่งอาหารเหล่านี้ด้วย ฉะนั้น เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ชนิด จึงค่อนข้างสูงกว่าปกติ สำหรับน้ำหนักสุทธิของอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งทั้งหมดนั้น ปรากฏว่า ใช้เนื้อหมึกกล้วยเป็นปริมาณมากที่สุด และเนื้อปลาเบ็ดน้อยที่สุด ต้นทุนค่าอาหารที่ใช้จ่ายในการเลี้ยงกุ้งนี้ แม้ว่าหมึกกล้วยจะมีราคาต่อกิโลกรัมสูงที่สุดก็ตาม แต่เมื่อคิดเป็นราคาของน้ำหนักรวมที่ใหญ่แล้ว พบว่า หอยแครงมีต้นทุนสูงที่สุด เพราะหอยแครงจำนวน 1 ก.ก. สามารถให้น้ำหนักสุทธินำไปใช้เลี้ยงกุ้ง

ได้เพียง 192.5 กรัมเท่านั้น ซึ่งน้อยกว่าหมึกกล้วยและปลาเบ็ดมาก ฉะนั้น การเลือกอาหารสมทบเพื่อใช้เลี้ยงกุ้ง จึงควรพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย และถ้าเปรียบเทียบระหว่างอาหาร 3 ชนิดที่ทดลองเลี้ยงกุ้งครั้งนี้ ปลาเบ็ดนับได้ว่าเป็นอาหารที่ประหยัดในด้านการลงทุนมากที่สุด

2.2 อาหารธรรมชาติ จากการศึกษาถึงอาหารธรรมชาติซึ่งได้จากแหล่งใหญ่ในนาุ้ง 2 แหล่ง คือพวกพืชและสัตว์ที่ลอยลอยอยู่ในน้ำ (plankton) และพวกที่อยู่ตามหน้าดิน (Benthos) พวกแพลงคตอนจะพบมากทั้งแพลงคตอนพืชและแพลงคตอนสัตว์ สำหรับพวกที่อยู่ตามหน้าดินนั้น ไม่พบพืชหรือสัตว์ขนาดใหญ่ อาจเนื่องมาจากนาุ้งที่ทำการทดลองนี้เป็นนาุ้งที่ปรับปรุงใหม่โดยการขุดลอกผิวหน้าดินทิ้ง ที่พบมากเป็นพวกแพลงคตอนพืชและแพลงคตอนสัตว์ทั่วไป เท่านั้น

อาหารธรรมชาติที่ตรวจพบในนาุ้ง โดยการตักน้ำตัวอย่างใส่ถุงแพลงคตอน เพื่อให้กรองตะกอนและสิ่งมีชีวิตในน้ำแล้วนำมาวิเคราะห์นั้น การกระทำเช่นนี้อาจมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการสุ่มตัวอย่างสถานที่ที่เก็บน้ำ แต่วิธีการนี้กระทำได้โดยง่าย ถ้าจะทำการลากในนาุ้งซึ่งมีระดับน้ำไม่ลึกนัก (ประมาณ 1.5 เมตร) จะทำให้เกิดความยุ่งยาก และอาจมีตะกอนของดินโคลนมาก อันจะทำให้การวิเคราะห์ยากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การตักน้ำมาตรวจยังสามารถศึกษาถึงชนิดของอาหารที่มีอยู่ในบ่อทดลองเลี้ยงอย่างแท้จริงได้อีกด้วย ทั้งนี้ เพื่อจะได้นำมาเปรียบเทียบกับอาหารในกระเพาะกุ้งที่นำมาศึกษาทั้งในนาุ้งและในบ่อทดลองเลี้ยง

ชนิดและปริมาณอาหารที่พบในนาุ้งและในกระเพาะ ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันก็ตรงระยะเวลา เพราะโดยปกติ กุ้งจะกินอาหารมากในเวลากลางวัน ฉะนั้น อาหารที่ตรวจพบในกระเพาะกุ้งที่เก็บตัวอย่างในเวลากลางวัน จึงมีมากทั้งชนิดและปริมาณกว่าในเวลากลางคืน สำหรับการวิเคราะห์อาหารภายในกระเพาะกุ้งที่ทำการทดลองเลี้ยง ไม่อาจทำได้เป็นประจำ เพราะต้องรอให้กุ้งตายเสียก่อนจึงจะเก็บมาศึกษา ซึ่งในระยะนี้ อาหารที่มีอยู่ในกระเพาะอาจจะถูกย่อยไปเกือบหมดแล้ว อาหารในกระเพาะกุ้งที่ทดลองเลี้ยงในบ่อจึงพบเป็นปริมาณน้อยมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งในนาุ้งที่เก็บตัวอย่างในเวลากลางวัน ก็พอจะเปรียบเทียบกันได้ อาหารธรรมชาติที่พบในกระเพาะกุ้งที่ทดลองเลี้ยงมีเป็นส่วนน้อย ซึ่งอาจจะปะปนกับอาหารสมทบที่ให้กุ้งกินก็เป็นได้ ดังนั้น ชนิดและ

ปริมาณของแพลงก์ตอนที่พบในกระเพาะอาหารของกุ้งที่ทดลองเลี้ยงโดยไม่ให้อาหาร จึงมีมากกว่ากุ้งที่เลี้ยงโดยให้อาหารสมทบ ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่า อาหารส่วนใหญ่ของกุ้งที่ทดลองเลี้ยงนี้ได้อาหารสมทบ

3. การเจริญเติบโต ผลจากการทดลองเลี้ยงกุ้งแชบ๊วยขาวในบ่อทดลอง โดยให้อาหารสมทบชนิดต่าง ๆ ซึ่งโคแก เนื้อหอยแครง เนื้อหมึกกล้วยและเนื้อปลาเบ็ดนั้น ปรากฏว่า มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไปมาก โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งที่ไม่ได้อาหาร คือ กุ้งกินอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเท่านั้น แม้ว่าอาหารธรรมชาติมีส่วนช่วยใหุกุ้งเจริญเติบโตเหมือนกัน แต่ถ้าให้อาหารสมทบประกอบในการเลี้ยงควยแล้ว ก็จะช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตให้รวดเร็วยิ่งขึ้น การทดลองครั้งนี้ ได้รับผลสอดคล้องกับผลการทดลองของ Paloheimo และ Dickie, 1966; Broom, 1968; Mistakidis, 1967 และ Smith, 1970 เป็นต้น ซึ่งพบว่า การเจริญเติบโตของกุ้งขึ้นอยู่กับปริมาณอาหาร อาหารจะเป็นตัวกระตุ้นให้กุ้งคุ้ยขึ้นมาจากพื้นบ่อในเวลาที่มีแสง เพื่อมากินอาหาร กุ้งที่เลี้ยงโดยให้อาหารสมทบจะเจริญเติบโตได้เร็วกว่ากุ้งที่ไม่ได้อาหารมาก การที่อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ กัน คือ

3.1 ชนิดของอาหาร ถ้าจะเปรียบเทียบถึงผลดีที่สุดในการให้อาหารสมทบที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งแล้ว ก็อาจจะกล่าวได้ว่า เนื้อหมึกกล้วยเหมาะที่จะใช้เลี้ยงกุ้งมากที่สุด เนื้อหอยแครงและเนื้อปลาเบ็ดอยู่ในอันดับรองลงมาตามลำดับ ทั้งนี้โดยพิจารณาในแง่ของอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนัก ซึ่งกุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหมึกกล้วยและเนื้อหอยแครงมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันมาก โดยเฉพาะเมื่อเลี้ยงได้ 24 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งขนาดความยาวและน้ำหนัก จะต่างกันเล็กน้อยในการเจริญเติบโตระยะแรกเท่านั้น กล่าวคือ กุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหมึกกล้วยในระยะแรก ๆ มีการเจริญเติบโตมากกว่ากุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหอยแครงเล็กน้อย แต่การเจริญเติบโตของกุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหอยแครง ถ้าจะเลี้ยงในระยะเวลานานกว่า 24 สัปดาห์แล้ว อัตราการเจริญเติบโตจากการคำนวณข้อมูลที่ได้อาจดีกว่ากุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหมึกกล้วย และสามารถเลี้ยงต่อไปจนถึงความยาวสูงสุด (L_{∞}) ได้มากกว่ากุ้งที่เลี้ยงควยเนื้อหมึกกล้วย ดังนั้น ถ้าจะทำการเลี้ยงกุ้งให้โตผลดีในระยะเวลาดำเนินไม่เกิน 6 เดือน หรือยิ่งในระยะเวลาดำเนิน 3 เดือนแล้ว ควรจะเลี้ยงควยเนื้อหมึกกล้วยเป็นดีที่สุด ซึ่งผลการทดลองเช่นนี้ Smith

(1970) ก็ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งด้วยอาหาร 20 ชนิด และพบว่าเนื้อหมึกแช่เย็นเป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากทำให้กุ้งเจริญเติบโตเร็วกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ

3.2 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าของอาหารสมทบทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยคำนึงถึงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสมทบชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในครัว
ทดลองเลี้ยงกุ้งแรมวชวในบ่อทดลองเลี้ยง



อาหาร สมทบ ที่ใช้ เลี้ยงกุ้ง	ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร							ผู้ วิเคราะห์
	โปรตีน %	ไขมัน %	ความชื้น %	เถ้า %	แคลเซียม mg. %	ฟอสฟอรัส mg. %	พลังงาน ที่ได้รับ ต่อเนื้อ 100 กรัม	
เนื้อหอยแครง	11.14	0.62	83.45	2.53	63.89	123.32	77.48	สุทธิชัย (2514)
เนื้อหมึกกล้วย	15.55	0.22	82.70	0.96	32.00	93.00	68.00	ผ่องเพ็ญ (2513)
เนื้อปลาเบ็ด	16.44	1.72	79.77	2.82	325.00	394.00	85.81	เริงฉีกี (2514)
หมายเหตุ	เนื้อปลาเบ็ดรวมกระดูกเล็กน้อย							ไม่ได้พิมพ์

จะเห็นได้ว่า เนื้อปลาเบ็ดมีส่วนประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูงกว่าเนื้อหอยแครงและเนื้อหมึกกล้วย เช่น ปริมาณโปรตีน ไขมัน แคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น แต่ผลที่ได้คือ กุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาเบ็ดกลับมีการเจริญเติบโตช้ากว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสมทบอีก 2 ชนิดดังกล่าวแล้ว ทั้งนี้อาจเนื่องจากกุ้งชอบกินเนื้อหอยแครงและเนื้อหมึกกล้วยมากกว่า เพราะเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังเหมือนกัน ซึ่ง -

Mistakidis (1967) ได้รายงานไว้ว่า เนื้อของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เมื่อถูกกินเข้าไปแล้วย่อยค่อนข้างยาก นอกจากที่อุณหภูมิสูง ๆ จึงเข้าใจว่า เนื้อหอยแครงและเนื้อหมึกกล้วยคงจะถูกย่อยได้หมดและถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่กว่าเนื้อปลาเบ็ด นอกจากนี้ เขายังได้กล่าวไว้ว่า ผู้เชี่ยวชาญผู้หนึ่งหลายท่านได้ระบุว่า กุ้งชอบกินอาหารที่ไม่มีฮีโมโกลบิน (haemoglobin) เช่น หอย 2 ผา เป็นต้น ซึ่งเรื่องเกี่ยวกับเลือดของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลังนี้ Nicol (1967) ได้รายงานไว้ดังนี้ เลือดของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลากระดูกแข็ง มีฮีโมโกลบินเท่านั้น ส่วนสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น หมึกกล้วยจะมีเฉพาะฮีโมไซยานิน (haemocyanin) หอย 2 ผาและกุ้ง จะมีทั้งฮีโมไซยานินและฮีโมโกลบิน แต่ทว่ามีฮีโมโกลบินน้อยมาก ฮีโมไซยานินมีความสำคัญต่อพวกสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังมาก เนื่องจากเป็นเม็ดเลือดที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ (respiratory pigment) ซึ่งจะมีทองแดง (copper, Cu) เป็นตัวจับออกซิเจน เพราะขณะทำการลอกคราบสัตว์ต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่าปกติ ฉะนั้น การที่กุ้งกินเนื้อหมึกกล้วยและเนื้อหอยแครงมากคงเป็นเพราะกุ้งต้องการฮีโมไซยานิน โดยเฉพาะฮีโมไซยานินของหมึกกล้วยนั้นสามารถจับออกซิเจนได้ดีมาก

เกี่ยวกับ Osmoregulation นั้น Nicol (1967) ก็ได้รายงานไว้ว่า กุ้งพวก penaeids เมื่ออยู่ในน้ำกร่อยจะมีน้ำในร่างกาย (body fluid) ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นในสถานะแวกคอสโมติก (hyperosmotic) แต่ก็ยังใกล้เคียงที่จะเป็น isosmotic อย่างไรก็ตามก็มักจะพยายามปรับตัวโดยขจัดเกลือออกจากตัวและดูดน้ำจากรอบ ๆ ตัวเข้าสู่ร่างกาย เพื่อให้มีความเข้มข้นในตัวลดลง ซึ่งในขบวนการนี้ กุ้งจะต้องสูญเสียพลังงานในการปรับตัว เพื่อรักษา osmoregulation ให้คงที่ ฉะนั้น เมื่อถูกกินอาหารพวกปลาเบ็ดซึ่งมีน้ำในตัวเป็น hyperosmotic จึงเจริญเติบโตช้ากว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหมึกกล้วยและเนื้อหอยแครง ซึ่งมีน้ำในร่างกายเป็น isosmotic เพราะกุ้งต้องสูญเสียพลังงานเพิ่มมากขึ้นในการปรับตัวเพื่อรักษา osmoregulation ให้คงที่ และเพื่อนำไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย

Kanazawa และผู้ร่วมงาน (1968) ได้อ้างถึงรายงานของ Kitabayashi และผู้ร่วมงาน (1968) ว่า เนื้อหมึกมี glucosamine จะช่วยให้กุ้งมีการเจริญเติบโต

เร็ว นอกจากนี้ ยังได้อ้างถึง Hashimoto (1967) ซึ่งได้รายงานไว้ว่า glutamic acid และ glycine เป็นตัวที่มีผลต่อการกินอาหารของกุ้ง (effective factors of feeding) และทั้งนี้อาจเนื่องจากเนื้อหอยแครงและเนื้อหมีกกล้วยมีกรดอะมิโน (amino acid) ทั้ง 2 ชนิดก็เป็นได้ จึงทำให้กุ้งชอบกินและกินได้เป็นจำนวนมาก - สุกาวดี (2512) ได้รายงานไว้ว่า จากการทดลองให้กุ้งแครงวัยชวเลือกกินอาหารชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อหอยแครง, เนื้อหอยลาย, เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อกุ้งและเนื้อปลาชางเหลือง ปรากฏว่า กุ้งชอบกินเนื้อหอยแครงและเนื้อหอยลายมากที่สุดเท่า ๆ กัน และจากวิทยานิพนธ์ของสุทธิชัย (2514) ก็ได้กล่าวไว้ว่า เนื้อหอยแครงเป็นอาหารที่กุ้งชอบกินมากที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้ไม่ได้ทดลองให้เนื้อหมีกกล้วย จากรายงานต่าง ๆ พอจะกล่าวได้ว่า เนื้อหอยแครงและเนื้อหมีกกล้วยคงจะมีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมสำหรับกุ้ง โดยเฉพาะ ซึ่งยังไม่เป็นที่ทราบกัน (Unknown growth factors)

3.3 ปริมาณอาหาร ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาของการทดลอง ซึ่งคำนึงถึงเศษของอาหารที่เหลือในแต่ละวันนั้น ได้ให้เนื้อหอยแครงและเนื้อหมีกกล้วยมีปริมาณมากกว่าเนื้อปลาเบ็ด ซึ่งกุ้งกินได้เกือบหมดพอดีทุกวัน ส่วนเนื้อปลาเบ็ดนั้นบางวันจะพบเศษเหลือตกค้างอยู่ในกะบะที่ใส่อาหารเลี้ยงกุ้ง แต่การที่ต้องการให้เป็นปริมาณมากนั้น เนื่องจากมีสัตว์อื่น เช่น ปลา ปู และกุ้งขนาดเล็ก ได้เล็ดลอดเข้าไปในบ่อทดลองครั้งละมาก ๆ สัตว์พวกนี้จะแย่งอาหารที่ใหญ่กุ้ง จึงจำเป็นต้องให้เกินพอเล็กน้อย ฉะนั้น การที่เลี้ยงกุ้งด้วยเนื้อหมีกกล้วยและเนื้อหอยแครงแล้วการเจริญเติบโตดีกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาเบ็ด จึงอาจเนื่องจากปริมาณอาหารก็เป็นได้

4. อัตราการตาย ในการศึกษาถึงอัตราการตายของกุ้งในที่นี้ หมายถึง อัตราการตายโดยธรรมชาติ ซึ่งพีเคราะห์จากจำนวนกุ้งที่ลดลงในแต่ละช่วงระยะเวลา อาจมีสาเหตุหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น เนื่องจากปริมาณอาหารไม่เพียงพอ ทำให้กุ้งเกิดการกินกันเอง ซากแคลนอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย อาหารเป็นพิษ สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม นอกจากนี้ จำนวนกุ้งที่ลดลงอาจจะเกิดเนื่องจากกุ้งกระโดดหรือหลบหนีออกจากบ่อทดลอง ในขณะที่ก่อนหรือหลังทำการชั่งวัด และผลจากการชั่งวัดก็อาจจะ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการตายของกุ้งในธรรมชาติใกล้เคียงกัน ดังนั้น อัตราการตายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ที่คำนวณได้ออกมานี้ จึงน่าจะเป็นอัตราการตายที่สูงกว่าความเป็นจริง

อาหารที่ให้อย่างถูกต้องจะเป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่ออัตราการตายของ กุ้ง การให้อาหารสมทบอาจมีผลทั้งการเพิ่มและลดอัตราการตาย คือ ถ้าอาหารที่ให้ไม่มีปริมาณ มากเกินพอจนมีเศษเหลือมาก ก็อาจจะทำให้น้ำเสีย ซึ่งอาจจะเป็นผลให้ปริมาณการตายเพิ่ม ขึ้นได้ในกรณีเช่นนี้ แต่ผลของน้ำเสียจะไม่มาจะเกิดขึ้นกับกุ้งที่ทดลองเลี้ยงอย่างแน่นอน - เพราะอัตราการตายของกุ้งที่ทดลองด้วยอาหารสมทบน้อยกว่ากุ้งที่ไม่ได้อาหารเกือบทุก ช่วงระยะเวลา จึงเป็นที่เชื่อแน่ว่า อาหารสมทบเหล่านี้จะช่วยลดอัตราการตายของกุ้งได้ โดยทำให้กุ้งลดการกินกันเอง เพราะมีอาหารอุดมสมบูรณ์แล้ว โดยเฉพาะก่อนหรือหลังการ ลอกคราบใหม่ ๆ ซึ่งกุ้งจะอ่อนเพลีย ไม่แข็งแรงพอที่จะต่อสู้หรือหลบหลีกศัตรู ผลในเรื่องนี้ Broom (1968) ได้รายงานไว้เช่นกันว่า กุ้งที่ไม่ได้อาหารเลยจะมีปริมาณการตายมาก กว่ากุ้งที่ให้อาหาร และ Lunz (1957) ก็ได้พบว่า กุ้งที่ทดลองให้อาหารมีการเจริญเติบโต คิดเป็นน้ำหนักมากกว่ากุ้งที่ไม่ได้อาหาร และอาหารจะช่วยลดอัตราการตายรวมทั้งการ กินกันเองด้วย

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนกุ้งที่เหลือรอดมาในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันนั้น จะพบว่า กุ้งตายมากในช่วงเวลาแรก ๆ และต่อจากนั้นจำนวนกุ้งที่ตายจะลดลง และได้สูงขึ้นอีกใน บางช่วงระยะเวลาเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีตัวเห็บเข้ามาเกี่ยวข้อง และแนวโน้มนั้นจะเหมือน กันมากในบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสมทบชนิดต่าง ๆ ทั้ง 3 บ่อ ตามปกติ ผู้ประกอบอาชีพ การทำนากุ้ง มักจะทำการเลี้ยงกุ้งโดยปล่อยตามธรรมชาติ และทำการเปิดนาในช่วงเวลา ประมาณ 2 เดือน ซึ่งในระยะนี้กุ้งที่ทำการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสมทบได้ตายไปประมาณ 35 - 38 % แต่กุ้งที่ไม่ได้อาหารเลยนั้น ได้ตายถึง 56 % ซึ่งนับได้ว่า เป็นอัตราการตาย ที่สูงมาก ดังนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ทำอย่างไรจึงจะลดอัตราการตายของกุ้งลงได้ เพื่อที่จะ ทำให้ผลผลิตในการเลี้ยงสูงขึ้น การให้อาหารสมทบจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ให้เบาบาง ลง และควรที่จะทำการศึกษาค้นคว้าไปกับวิธีอื่น ๆ เช่น การใส่ปุ๋ยและการคัดเลือก ขนาด เป็นต้น

5. สภาวะแวดล้อม ตามปกติสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ภายในบ่อทดลองเลี้ยงกุ้ง หรือในธรรมชาติ มักจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ดังเช่นรายงานของ Paloheimo และ Dickie (1966) ซึ่งมีรายงานว่า อุณหภูมิและความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโต ของกุ้งจะว่องไว (active) เมื่ออุณหภูมิสูง และกุ้งชอบอุณหภูมิที่สูงกว่า 15° C. การเจริญ-

เติบโตของกุ้งจะลดลงและตายภายในเวลา 11 วัน ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 °C. น้ำที่มึนความเค็มต่ำจะทำให้กุ้งเติบโตช้า กุ้งจะโตเร็วเมื่ออุณหภูมิและความเค็มคงที่ Mistakidis (1967) ก็ได้รายงานไว้ว่า อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 25.0 - 32.5 °C.

จากผลการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ในบ่อทดลองเลี้ยงกุ้งแรมยขาวทั้งทางสกายะและทางเคมีนั้น ปรากฏว่า สภาวะแวดล้อมทางสกายะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้งที่ทดลองเท่าไรนัก แต่สภาวะแวดล้อมทางเคมีมีผลอยู่บ้าง กล่าวคือ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ความเค็มต่ำมากเฉลี่ยได้ 9.3 ppt. มีผลทำให้กุ้งเติบโตช้าและอาจตายได้ ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ลดลงถึง 2.4 ml./l. ซึ่งนับว่าเป็นระยะที่อันตราย เพราะถ้าปริมาณออกซิเจนลดเป็น 2ml./l. กุ้งอาจตายหมดก็เป็นได้ Kutty (1967)

ผลจากการทดลอง ปรากฏว่า กุ้งมีอัตราการตายสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 2, 8 และ 12 ซึ่งในช่วงสัปดาห์ที่ 2 เป็นระยะที่กุ้งเปลี่ยนจากสภาวะแวดล้อมหนึ่งมาอยู่ในอีกสภาวะหนึ่ง อาจเป็นเหตุทำให้กุ้งตายมาก และนอกจากนี้ในระยะนั้นความเค็มต่ำมาก ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 เป็นระยะที่ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงจนเกือบถึงขั้นวิกฤต และในช่วงสัปดาห์ที่ 12 มีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมทั้งทางสกายะและทางเคมี แต่อย่างไรก็ตาม นับได้ว่าสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ในบ่อทดลองเลี้ยงอยู่ในสภาพที่ดีพอใช้ การทดลองในสนามเราไม่สามารถควบคุมสภาวะต่าง ๆ ได้

สภาวะแวดล้อมทางชีววิทยาในบ่อทดลองเลี้ยงกุ้ง ที่ได้ทำการศึกษาลอกระยะเวลาการเลี้ยงนั้น จะพบสัตว์อื่นแปลกปลอมเข้ามาปะปนกับกุ้งที่ทดลองเลี้ยงไว้เสมอ แม้ว่าจะทำการแยกออกจากบ่อเลี้ยงทุกครั้งที่จับกุ้งขึ้นมาทำการตรวจวัดก็ตาม แต่ในคราวต่อไปก็จะพบพวกใหม่เข้ามาอีก สัตว์ที่เข้ามาปะปนกับกุ้งที่ทดลองเลี้ยงนี้ เชื่อแน่ว่าจะต้องมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตตลอดจนอัตราการตายของกุ้งในบ่อ พวกที่มีผลโดยตรง ได้แก่ พวกที่เข้ามาแย่งอาหารและที่อยู่อาศัยซึ่งเป็นตัวเบียน (Competitors) ซึ่งได้แก่ กุ้งขนาดเล็กของกุ้งกะตอม (Palaemon spp.), กุ้งตะกาด (Metapenaeus spp.), กุ้งแรมยขาว (Penaeus merguensis de Man), ปลากระบอก (Mugil tade Forskal) และปลาหมอเทศ (Tilapia mossabica Peters)

เป็นต้น พวกตัวห้ำ (Predators) ที่คอยกัดกินหรือทำร้ายกุ้งที่เลี้ยงโดยตรงก็มี เช่น ปลาบู่เล็ก (Vaimosa piapensis Herre) ปลาหัวตะกั่ว (Aplocheilus panchax (Hamilton)) และปูจาก (Verura litterata (Fabricius)) เป็นต้น ซึ่งพวกนี้มักจะทำร้ายกุ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขณะที่กุ้งกำลังลอกคราบไม่มีความสามารถที่จะต่อสู้หรือหลบหลีกศัตรูโคคลองตัว (บรรจง, 2513) นอกจากนี้ ยังอาจทำลายอวนที่ซึ่งเป็นคอกหอดลองเลี้ยงให้ขาดเป็นรู อันจะเป็นช่องทางให้ศัตรูเข้ามาในบ่อได้ง่าย ฉะนั้น การที่จะเลี้ยงกุ้งให้โดยผลดี จึงต้องคอยกำจัดศัตรูกุ้งอยู่ตลอดเวลา เพราะสัตว์ต่าง ๆ จะเข้ามาในนาพร้อมไปกับลูกกุ้งเมื่อเวลาที่วิดน้ำเขานา

สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ การจับกุ้งขึ้นมาซึ่ง-วัด การทดลองเลี้ยงกุ้งไว้ในบ่อแล้วจับขึ้นมาตรวจนับ ซึ่ง และวัดขนาดเป็นประจำทุก 2 สัปดาห์นั้น น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้งอย่างมาก เพราะทำให้กุ้งตื่นตกใจต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน แมวจะไขหออากาซีให้ออกซิเจนช่วยอยู่ตลอดเวลาก็ตาม แต่การซึ่ง-วัดครั้งหนึ่ง ๆ ต้องกระทำทุกตัวอย่าง ยอมกินเวลานานทำให้กุ้งอ่อนเพลียได้ การจับกุ้งขึ้นมาจากบ่อทดลองและซึ่ง-วัดกุ้งมีชีวิต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีนั้นเป็นการยากมาก เนื่องจากกุ้งมักจะตื่นหรือกระโดดเสมอทำให้กุ้งชำรุด ดังนั้น อัตราการเจริญเติบโตที่คำนวณได้นั้นจึงน่าจะเป็นค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริงในธรรมชาติไม่มากนัก และอัตราการตายที่ได้อีกควรจะเป็นค่าที่สูงกว่าในธรรมชาติ

อัตราการตายและการเจริญเติบโตของกุ้ง อาจมีความสัมพันธ์กันในแง่ของการผิดพลาดจากการคำนวณ เพราะการที่กุ้งตายในระยะหนึ่ง ๆ นั้น เราไม่สามารถแยกได้ว่ากุ้งขนาดใดตายไปบ้าง เมื่อนำข้อมูลผลการซึ่ง-วัดมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ค่าที่ได้ อาจจะต่ำกว่าความเป็นจริงถ้ากุ้งขนาดใหญ่ตายมาก และอาจจะสูงกว่าความเป็นจริงถ้ากุ้งขนาดเล็กตายมาก ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งในแต่ละช่วงระยะเวลา นั้น หาได้จากค่าเฉลี่ยของความยาวและน้ำหนักของกุ้งในบ่อทดลองเลี้ยงทั้งหมด

6. การประเมินผลผลิต การเลี้ยงกุ้งแบบยวชวคยอาหารสมทบชนิดต่าง ๆ เป็นการเพิ่มผลผลิตให้สูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงโดยไม่ให้อาหาร ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสูงสุดในระยะเวลาที่เลี้ยงได้ 10 สัปดาห์ แมวกุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแครงจะมีอัตราการเพิ่มสูงสุดเมื่อเลี้ยงได้ถึง 16 สัปดาห์ก็ตาม แต่ปริมาณการเพิ่มไม่แตกต่างจากการ -

เลี้ยงภายใน 10 สัปดาห์มากนัก และอัตราการเพิ่มหลังจากระยะ 10 สัปดาห์ลงไปแล้ว จะช้ากว่าระยะแรก จึงลงความเห็นได้ว่า ควรจะทำการเลี้ยงกึ่งควยอาหารสมทบประมาณ 10 สัปดาห์จึงจะให้ผลดีที่สุด ในขณะที่กึ่งที่เลี้ยงโดยไม่ให้อาหารเลยนั้น มีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาใกล้เคียงกับผู้ประกอบอาชีพการทำนาทุ่งจับ กุ้งชายเมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 6 - 9 สัปดาห์

การที่ผลผลิตกึ่งที่ทดลองเลี้ยงในบ่อควยอาหารสมทบชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ออกไปและแตกต่างกับกึ่งที่ไม่ได้ให้อาหารสมทบอย่างมากรุนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตาย ซึ่งน่าจะมีมูลเหตุที่สำคัญเนื่องจากอาหารสมทบ - ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและลดอัตราการตายลงได้ ซึ่งนับว่ามีความสำคัญกับกุ้งมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่ออาหารธรรมชาติในบ่อมีปริมาณลดลงหรือกุ้งไม่สามารถจะใช้ได้ อย่างเต็มที่ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ ต้นทุนในการผลิตอาหารสมทบที่ดี ควรจะเป็นสิ่งที่ทำได้ ง่าย ราคาถูก และมีประโยชน์ต่อร่างกายของกุ้ง อาหารสมทบที่เลือกใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหอยแครง เนื้อหมึกกล้วย และเนื้อปลาเบ็ด สำหรับหอยแครงและหมึกกล้วยนั้นมี ราคาแพงมาก โดยเฉพาะหอยแครงสามารถให้เนื้อที่นำไปใช้เลี้ยงกุ้งได้เป็นน้ำหนักสุทธิ ใต้อย่างมาก ราคาต้นทุนในการผลิตเฉพาะค่าอาหารจึงสูงมาก ไม่คุ้มกับผลผลิตที่ได้ ส่วน หมึกกล้วยแม้ว่าจะให้เนื้อที่นำไปเลี้ยงกุ้งได้มาก ก็ยังนับได้ว่าราคาค่อนข้างสูง ฉะนั้น หาก คิดถึงต้นทุนในการผลิตซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (Production cost) มาประกอบ แล้ว ก็อาจจะวินิจฉัยได้ว่า อาหารชนิดใดเหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นอาหารเลี้ยงกุ้ง แต่ ในขณะนี้สามารถบอกได้แต่เพียงว่า ในด้านการเจริญเติบโตนั้น เนื้อหมึกกล้วยและเนื้อ- หอยแครงใช้เลี้ยงกุ้งได้ผลดีกว่าเนื้อปลาเบ็ด โดยเปรียบเทียบจากอัตราการแปรเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อกุ้ง ซึ่งในระยะเวลา 10 สัปดาห์ ถ้าต้องการเพิ่มน้ำหนักกุ้ง 1 ก.ก. จะ ต้องใช้น้ำหนักสุทธิของเนื้อหมึกกล้วย 17.2 ก.ก., เนื้อหอยแครง 21.3 ก.ก. และเนื้อ ปลาเบ็ด 29.4 ก.ก. ดังนั้น ปัญหาที่สำคัญจึงอยู่ที่ทำอย่างไรจึงจะลดต้นทุนในการผลิตและ ลดอัตราการตายลง สำหรับอัตราการตายอาจจะทำได้โดยพยายามหาวิธีการกำจัดศัตรูที่ แผลงปลอมเข้ามาอยู่ในบ่อเลี้ยง

สภาพของบ่อทดลองเลี้ยงก็น่าจะเป็นมูลเหตุอีกอย่างหนึ่ง เพราะบ่อที่ทดลองมี ขนาดเล็กซึ่งอาจจะคับแคบเกินไปสำหรับกุ้ง และการที่กันเป็นคอกโดยใช้วอนบุหึ่ง 5 คัน

ก็อาจมีผลเกี่ยวข้องกับควย เนื่องจากมีตะกอนของดินโคลนและตะไคร่น้ำเกาะติดตาอวนเสมอ แม้จะไคพยายามทำความสะอาดอยู่ตลอดเวลาแล้วก็ตาม ควยเหตุนี้จึงทำให้น้ำภายในอวนสกปรก สภาวะต่าง ๆ อาจไม่เหมือนธรรมชาติที่แท้จริงนัก อีกประการหนึ่ง การที่พื้นล่างของบ่อควยอวนและจมอยู่ในโคลนเพียงเล็กน้อย ก็เป็นการผิดธรรมชาติเช่นกัน เพราะกุ้งไม่สามารถหมกตัวอยู่กับโคลนได้เหมือนกับสภาวะในธรรมชาติ โดยเฉพาะเมื่อหลบหนีศัตรูในเวลาที่ไม่แข็งแรง เนื่องจากการลอกคราบ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงและอัตราการตายอาจเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตในบ่อลดลงลงควย