อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าทั้งความเค็มและสัดส่วน Mg:Ca ที่เสริมในน้ำมีผลทำให้กุ้งขาวมีวงจรการลอกคราบแตกต่างกันไป โดยภาพรวมแล้วพบว่ากุ้งขาวใช้เวลาในการลอกคราบเฉลี่ยนานขึ้นเมื่อมีสัดส่วนของ Mg สูงขึ้น ในทางกลับกันจะมีวงจรการลอกคราบสั้นลงเมื่อสัดส่วนของ Mg ลดลง ยกเว้นที่ความเค็ม 30 ppt โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวและอัตรารอด

โซเดียม (Na) คลอไรด์ (Cl) และ โพแทสเซียม (K)

Na และ Cl นับว่าเป็นองค์ประกอบหลักถึง 91% ในพลาสมา และทำหน้าที่ในการควบคุมระบบ osmoregulation (Tantulo & Fotedar, 2006) ตับ และโครงสร้างเปลือกพบว่า ทุกชุดการทดลองของแต่ละความเค็มมีค่าไม่แตกต่างกัน ชี้ให้เห็นว่าการเสริมแร่ธาตุตามสัดส่วนของ Mg:Ca ทุกสัดส่วนไม่มีผลกระทบต่อสภาวะสมดุลไอออนของแร่ธาตุทั้ง 3 ชนิดภายในร่างกาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สว่างพงษ์ และบุญรัตน์ (2551) พบว่า กุ้งขาว (*L. vanamei*) จะเพิ่มขึ้นระดับความเข้มข้นของ Na ในพลาสมาเมื่อความเค็มสูงกว่า 15 ppt และรักษาระดับคงที่ตลอดในช่วงความเค็ม 20-50 ppt ขณะที่ในตับมีระดับคงที่ตลอดช่วงความเค็ม 2.8-45 ppt ส่วนในเปลือกกุ้งจะควบคุมระดับให้คงที่ในช่วงความเค็ม 10-20 ppt

กุ้งพยายามรักษาระดับของ Cl ในพลาสมาให้คงที่ตลอดช่วงความเค็ม 10-20 ppt และเพิ่มระดับเมื่อความเค็มน้ำสูงขึ้น (สว่างพงษ์ และบุญรัตน์, 2551) และในตับมีระดับคงที่ตลอดในช่วงความเค็ม 10-50 ppt เช่นเดียวกับเปลือกจะมีระดับคงที่ในช่วงความเค็ม 5-35 ppt (สว่างพงษ์, 2552) ขณะที่ K ในพลาสมาและตับ กุ้งจะพยายามรักษาระดับความเข้มข้นของ K ในพลาสมาอยู่ในระดับคงที่ตลอดช่วงความเค็ม 2.8-20 ppt และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น (สว่างพงษ์ และบุญรัตน์, 2551) ขณะที่ในเปลือกพบว่า กุ้งจะลดระดับความเข้มข้นลงและรักษาระดับคงที่ตลอดช่วงความเค็ม 15-50 ppt (สว่างพงษ์, 2552)

แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และ ฟอสฟอรัส (P)

Ca เป็นแร่ธาตุหลักที่สำคัญในการสร้างเปลือกของสัตว์ในกลุ่มครัสเตเซียน (Pratoomchat et al., 2002) และมีความสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อ ระบบประสาท และในระบบ osmoregulation (Lovell, 1989) จากการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของ Ca ทุกชุดการทดลองในแต่ละความเค็มมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่า กุ้งสามารถปรับสภาวะสมดุล Ca ภายในร่างกายได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปกุ้งขาว จะพยายามรักษาความเข้มข้นของ Ca ในพลาสมาให้อยู่ในระดับคงที่ตลอดในช่วงความเค็ม 2.8-50 ppt (สว่างพงษ์ และบุญรัตน์, 2551) เช่นเดียวกับในโครงสร้างเปลือก สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของบุญรัตน์ และคณะ (2546, 2547ก) กล่าวว่ากุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) จะควบคุมระดับความเข้มข้นของ Ca ในพลาสมาไม่ให้สูงมากเกินไป จึงจำเป็นจะต้องขับ Ca ออกนอกร่างกายและนำไปใช้ในกระบวนการสร้างเปลือกหรือเก็บสะสมไว้ในอวัยวะต่าง ๆ

Mg นับว่าเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างเปลือกตลอดวงจรการลอกคราบ (Pratoomchat et al., 2002) และยังมีความจำเป็นต่อกุ้งทะเลในแง่เป็นตัวช่วยปรับสมดุลไอออนภายในร่างกาย (Mantel & Farmer, 1983) จากการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของ Mg ในพลาสมาส่วน

ใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้น เมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:5 ทั้งความเค็ม 10 และ 20 ppt โดยพบค่าความเข้มข้นของ Mg ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ในตับ ความเข้มข้นของแร่ธาตุในเปลือกส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นความเข้มข้นของ Mg ที่มีค่าสูงขึ้น ($p<0.05$) เมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg 1:4 และ 1:5 ที่ความเค็ม 10 ppt และเมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:4 ในความเค็ม 20 ppt แสดงว่าการเสริมแร่ธาตุทั้ง 2 ชนิดในสัดส่วนของ Mg ที่เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนดังกล่าวนี้ที่ความเค็มต่ำกว่าจุดสมดุลออสโมติกแล้ว กุ้งจะมีความพยายามใช้และสะสม Mg ในตับและขับเคลื่อนไปใช้ในการสร้างเปลือกร่วมกับ Ca แต่ถ้าหากใช้สัดส่วนของ Mg เพิ่มขึ้นที่ความเค็ม 30 ppt นั้นไม่น่าจะดีนัก เนื่องจากกุ้งปฏิเสธ Mg จากข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 อวัยวะ ซึ่งในการเสริมแร่ธาตุ Ca: Mg ที่สัดส่วน 1:4 และ 1:5 อาจจะส่งผลดี หากในน้ำมี Ca ต่ำ ซึ่งกุ้งสามารถนำ Mg ไปใช้ทดแทน Ca ได้ในกระบวนการสร้างเปลือก แต่ถ้าในน้ำมี Ca ที่มากเกินพอแล้ว การเสริม Mg ให้มีสัดส่วนที่สูงขึ้นนั้น อาจจะส่งผลลบ เพราะกุ้งต้องพยายามผลัก Mg ออกจากระบบเลือดไปเก็บสะสมไว้ในตับ และอาจจะส่งผลต่อการสร้างสมดุลอิออนในเซลล์ตับได้ ปกติกุ้งพยายามรักษาระดับความเข้มข้นของ Mg ในพลาสมากุ้งจะมีความเข้มข้นคงที่ตลอดช่วงความเค็ม 2.8-45 ppt (สว่างพงษ์ และบุญรัตน์, 2551) ขณะที่ในตับและเปลือกมีระดับคงที่ตลอดช่วงความเค็ม 2.8-35 ppt (สว่างพงษ์, 2552)

ปริมาณความเข้มข้นของ P กุ้งจะได้รับมาจากอาหารเป็นหลัก ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตพลังงาน เป็นส่วนประกอบของ nucleic acid, phospholipids phosphoprotein, ATP, กิจกรรมของเอ็นไซม์ (Lovell, 1989) มีส่วนร่วมกับ Ca ในโครงสร้างเปลือก ยังมีความสัมพันธ์กับ alkaline phosphatase และมีส่วนช่วยระบบ osmoregulation (Lovett, Towle, & Fairs, 1994; Cheng et al, 2006) ซึ่งความเข้มข้นของ P ใน 3 อวัยวะในแต่ละระดับความเค็มทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่ากุ้งยังคงรักษาความเข้มข้นของ P ได้ดีถึงแม้จะมีการเสริมแร่ธาตุทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในกุ้งชนิดเดียวกัน พบว่า กุ้งจะพยายามรักษาระดับความเข้มข้นของ P ในพลาสมาให้อยู่ในระดับคงที่ตลอดความเค็ม 10-20 ppt (สว่างพงษ์ และบุญรัตน์, 2551) เช่นเดียวกับระดับความเข้มข้นในเปลือก ขณะที่ในตับจะคงที่ตลอดในช่วง 10-30 ppt (สว่างพงษ์, 2552)

จากการทดลอง ทำให้ชี้ชัดได้ว่าสัดส่วน Mg:Ca ที่เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 5:1 ถึง 1:1 นั้นปลอดภัยในเชิงปฏิบัติ เนื่องจากไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอด ในสภาวะสิ่งแวดล้อมปกติและควบคุมได้ดี ที่ความเค็ม 10 ถึง 30 ppt อย่างไรก็ตามต้องระมัดระวังการใช้สัดส่วน Mg:Ca ที่ 1:1 ถึง 2:1 ที่ความเค็มต่ำกว่า 20 ppt นั้น กุ้งจะมีการลอกคราบเร็วขึ้น หมายความว่าจะมีความเสี่ยงสูงขึ้นที่อาจจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการรอดได้