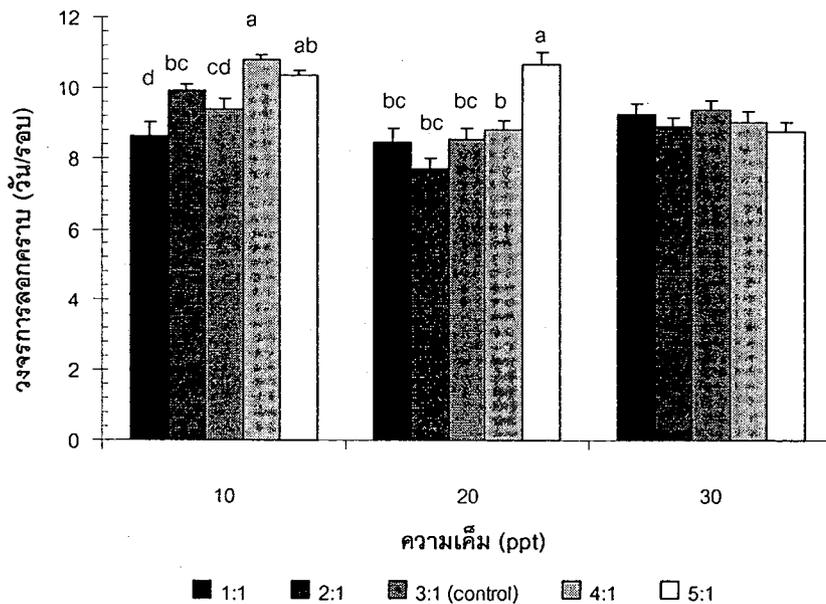


ผลการทดลอง

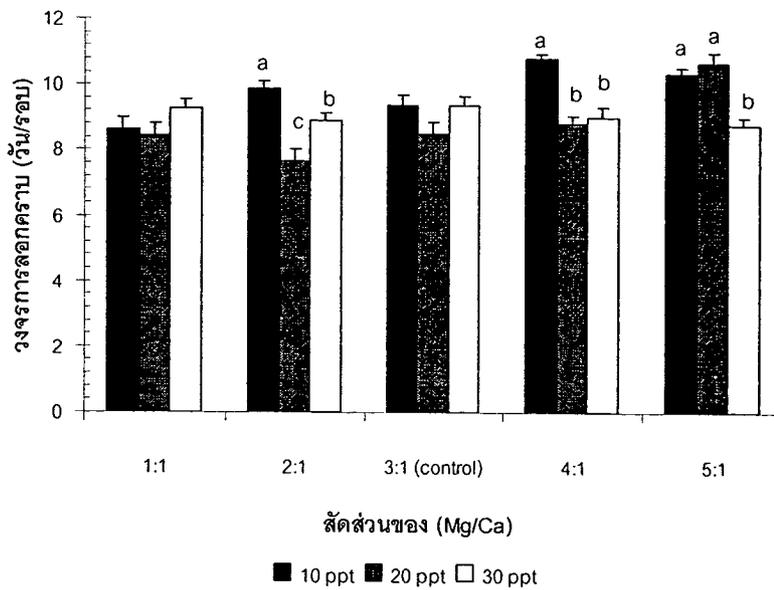
1. วงจรการลอกคราบ

จากการทดลองพบว่า การเสริมแร่ธาตุสัดส่วน Mg:Ca สูงมากขึ้นมีผลทำให้กุ้งใช้เวลาในการลอกคราบเฉลี่ยนานขึ้นทั้งความเค็ม 10 และ 20 ppt โดยการเสริมแร่ธาตุสัดส่วน Mg:Ca 1:1 ของความเค็ม 10 ppt มีวงจรการลอกคราบสั้นที่สุด (8.6 ± 0.4 วันต่อรอบ) สั้นกว่าสัดส่วน Mg:Ca 2:1, 4:1 และ 5:1 ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1) ขณะที่ความเค็ม 20 ppt การใช้ Mg:Ca สัดส่วน 2:1 ใช้เวลา 7.7 ± 0.33 วันต่อรอบ สั้นกว่าที่สัดส่วน 4:1 (8.8 ± 0.34 วันต่อรอบ) และ 5:1 (10.7 ± 0.33 วันต่อรอบ) ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1) ส่วนความเค็ม 30 ppt ทุกสัดส่วนมีวงจรการลอกคราบไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 วงจรการลอกคราบของกุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)

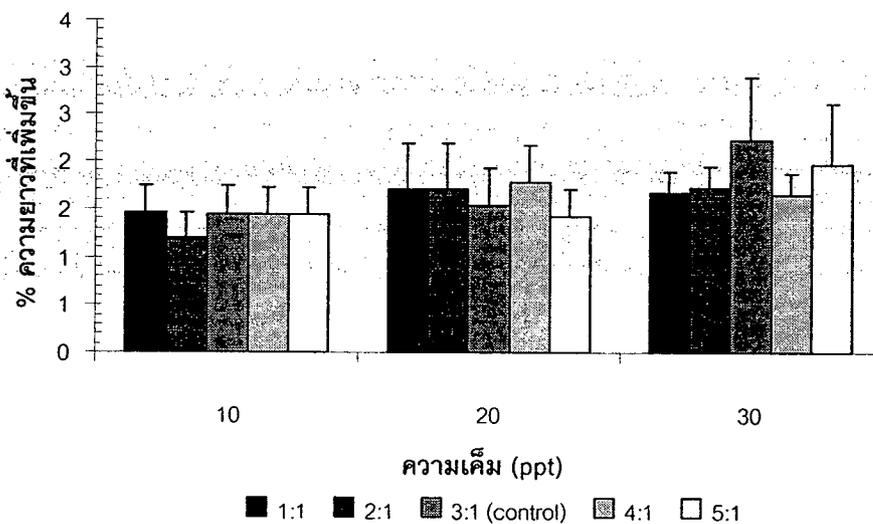
เมื่อพิจารณาวงจรการลอกคราบจากสัดส่วนของ Mg:Ca ในแต่ละความเค็ม พบว่า ที่สัดส่วน 1:1 และ 3:1 (Control) กุ้งขาวมีวงจรการลอกคราบไม่แตกต่างกันทั้งความเค็ม 3 ระดับ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 2) ที่สัดส่วน 2:1 กุ้งขาวมีวงจรการลอกคราบสั้นที่สุดที่ความเค็ม 20 ppt สั้นกว่าที่พบในความเค็ม 30 และ 10 ppt ($p < 0.05$) และที่ 4:1 กุ้งขาวมีวงจรการลอกคราบในความเค็ม 20 และ 30 ppt สั้นกว่าที่พบในความเค็ม 10 ppt ($p < 0.05$) (ภาพที่ 2) และสัดส่วน 5:1 ที่ความเค็ม 30 ppt ระยะเวลาลอกคราบสั้นที่สุดและสั้นกว่าความเค็ม 10 และ 20 ppt ($p < 0.05$) (ภาพที่ 2)



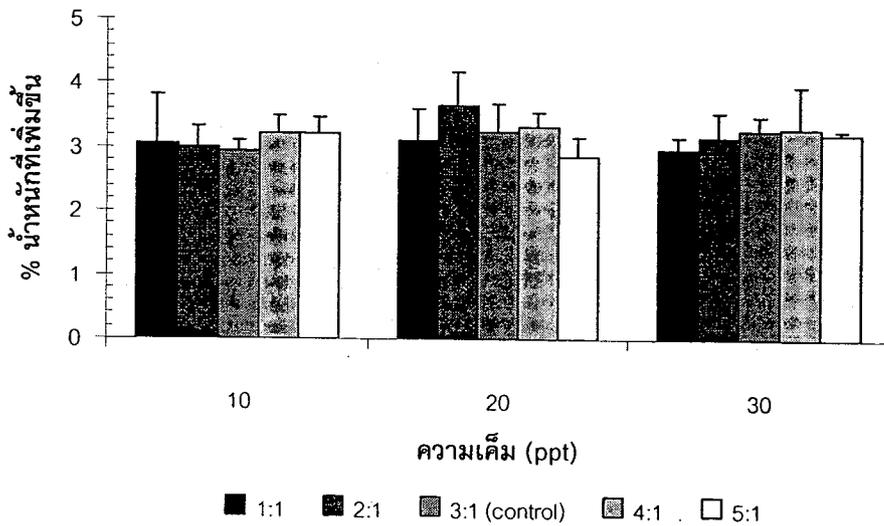
ภาพที่ 2 วงจรรลกลอกคราบของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)

2. การเจริญเติบโต

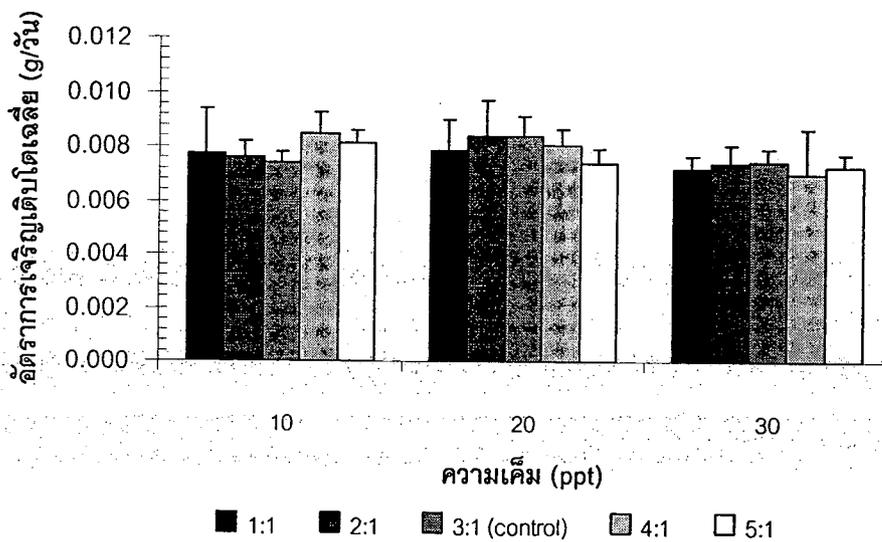
จากการเสริมแร่ธาตุตามสัดส่วน Mg:Ca การเจริญเติบโตของกุ้งขาวพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3) เปอร์เซ็นต์ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ภาพที่ 5) อัตราการรอดตาย (ภาพที่ 6) ทุกสัดส่วน ทั้ง 3 ความเค็ม กุ้งขาวมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความยาวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)



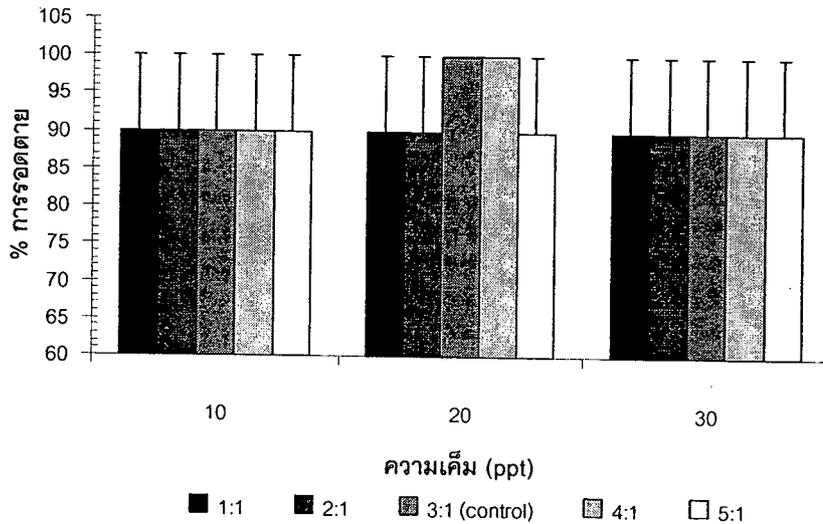
ภาพที่ 4 เปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)



ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)

3. อัตรารอด

อัตรารอดของกุ้งที่เลี้ยงทุกการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) ถึงแม้ว่าที่ความเค็ม 20 ppt ที่มีสัดส่วนของ Ca:Mg เท่ากับ 1:3 และ 1:4 จะมีอัตรารอด 100% (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เปอร์เซนต์การรอดตายของกุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับ สัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ (Mean \pm SE)

4. อัตราแลกเนื้อ

อัตราแลกเนื้อของกุ้งขาวที่เลี้ยงทุกการทดลองในแต่ละความเค็มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

5. ความเข้มข้นของแร่ธาตุในเลือด ตับ และเปลือก

ความเข้มข้นของแร่ธาตุในระบบเลือดโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นความเข้มข้นของ Mg ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:5 ทั้งความเค็ม 10 และ 20 ppt (ตารางที่ 5) ความเข้มข้นของแร่ธาตุในตับโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นความเข้มข้นของ Mg มีค่าสูงเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:4 และ 1:5 ทุกระดับความเค็ม (ตารางที่ 6) ความเข้มข้นของแร่ธาตุในเปลือกส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นความเข้มข้นของ Mg ที่มีค่าสูงขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:4 และ 1:5 ที่ความเค็ม 10 และเมื่อใช้สัดส่วน Ca: Mg ที่ 1:5 ในความเค็ม 20 ppt (ตารางที่ 7)

6. การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าพีเอช อุณหภูมิ อัลคาไลน์ตี ไนโตรต และแอมโมเนีย มีค่าไม่แตกต่างกัน และอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 4 อัตราแลกเปลี่ยนของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	Ca:Mg				
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
10	1.85 (0.34)	1.76 (0.55)	1.71 (0.25)	1.68 (0.31)	1.75 (0.32)
	1.61 (0.22)	1.70 (0.46)	1.54 (0.27)	1.55 (0.30)	1.65 (0.29)
30	1.67 (0.25)	1.69 (0.31)	1.60 (0.29)	1.55 (0.22)	1.65 (0.23)

หมายเหตุ

ค่าสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละความเค็มตามแนวแถว

อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวแนวหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mean (S.E.)

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของแร่ธาตุในเลือดของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับ ร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	Ca:Mg	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	P (mg/l)
10	1:1	12,300 (120)	375 (11)	492 (25)	251 ^o (10)	9,334 (111)	101 (8)
	1:2	12,212 (111)	366 (13)	504 (26)	266 ^o (14)	9,867 (132)	89 (5)
	1:3	13,150 (139)	390 (10)	515 (20)	300 ^o (7)	10,020 (101)	92 (6)
	1:4	12,546 (168)	387 (12)	487 (24)	315 ^o (10)	10,056 (135)	98 (5)
	1:5	13,054 (205)	392 (23)	508 (15)	351 ^a (9)	11,056 (130)	111 (9)
20	1:1	13,415 (132)	360 (15)	602 (16)	301 ^o (14)	9,955 (122)	99 (7)
	1:2	12,704 (135)	385 (11)	580 (10)	295 ^o (10)	10,512 (131)	87 (8)
	1:3	13,660 (175)	395 (13)	620 (18)	330 ^o (15)	10,254 (126)	119 (7)
	1:4	12,980 (160)	367 (12)	611 (15)	338 ^o (10)	11,156 (124)	103 (4)
	1:5	13,452 (225)	375 (18)	620 (17)	383 ^a (8)	10,111 (142)	97 (8)
30	1:1	12,912 (170)	375 (11)	625 (19)	342 (15)	11,055 (123)	102 (11)
	1:2	13,212 (190)	515 (20)	587 (12)	337 (13)	9,993 (142)	98 (8)
	1:3	13,552 (145)	487 (24)	595 (10)	345 (14)	10,825 (137)	107 (8)
	1:4	13,645 (188)	508 (15)	587 (14)	366 (12)	10,750 (121)	113 (6)
	1:5	13,820 (205)	392 (23)	610 (15)	373 (14)	11,067 (139)	109 (8)

หมายเหตุ

ค่าสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละความเค็มตามแนวคอลัมน์

อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mean (S.E.)

ตารางที่ 6 ปริมาณแร่ธาตุในตับของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับ สัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	Ca:Mg	Na (mg/g)	K (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg. (mg/g)	Cl (mg/g)	P (mg/g)
10	1:1	7.1 (0.5)	8.5 (0.7)	10.3 (0.2)	2.1 ^b (0.07)	2.2 (0.04)	3.2 (0.06)
	1:2	6.7 (0.9)	10.1 (0.8)	9.7 (0.3)	3.2 ^{ab} (0.06)	2.3 (0.01)	3.3 (0.08)
	1:3	7.3 (0.8)	9.9 (0.6)	9.4 (0.4)	3.6 (0.08)	3.2 (0.06)	2.2 (0.02)
	1:4	5.6 (0.4)	7.8 (0.8)	8.6 (0.4)	8.2 ^a (0.07)	3.9 (0.04)	3.4 (0.07)
	1:5	5.4 (0.5)	8.8 (0.4)	8.1 (0.5)	8.1 ^a (0.05)	2.4 (0.06)	3.6 (0.05)
20	1:1	5.2 (0.4)	8.4 (0.5)	12.1 (0.6)	4.2 ^c (0.04)	3.2 (0.06)	4.2 (0.03)
	1:2	6.9 (0.8)	9.5 (0.9)	12.5 (0.7)	5.3 ^b (0.08)	3.3 (0.08)	4.3 (0.08)
	1:3	7.1 (0.5)	11.1 (0.8)	11.5 (0.5)	6.2 ^b (0.06)	4.2 (0.08)	3.2 (0.08)
	1:4	7.6 (0.5)	8.6 (0.6)	11.0 (0.4)	9.9 ^a (0.04)	3.9 (0.07)	4.8 (0.09)
	1:5	5.9 (0.3)	7.9 (0.9)	10.4 (0.4)	11.4 ^a (0.06)	3.4 (0.07)	4.6 (0.04)
30	1:1	6.5 (0.8)	12.3 (1.1)	11.2 (0.4)	5.2 ^c (0.03)	3.2 (0.04)	3.0 (0.06)
	1:2	5.9 (0.6)	10.2 (0.8)	5.3 (0.08)	5.3 ^c (0.08)	3.2 (0.07)	3.3 (0.08)
	1:3	7.6 (0.6)	9.9 (0.6)	6.2 (0.06)	6.2 ^b (0.06)	4.3 (0.08)	4.2 (0.08)
	1:4	7.7 (0.5)	10.3 (0.9)	6.9 (0.04)	10.9 ^a (0.09)	4.2 (0.06)	3.9 (0.07)
	1:5	6.8 (0.4)	11.1 (0.8)	8.4 (0.06)	12.5 ^a (0.07)	3.9 (0.06)	3.4 (0.07)

หมายเหตุ

ค่าสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละความเค็มตามแนวคอลัมน์

อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mean (S.E.)

ตารางที่ 7 ปริมาณแร่ธาตุในเปลือกของกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับ สัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	Ca:Mg	Na (mg/g)	K (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	Cl (mg/g)	P (mg/g)
10	1:1	17.2 (1.5)	18.5 (4.7)	90.6 (7.5)	20.1 ^c (3.7)	22.2 (2.4)	9.2 (0.4)
	1:2	18.5 (2.8)	17.4 (4.8)	95.5 (10.3)	23.2 ^c (3.6)	22.3 (2.7)	10.3 (1.8)
	1:3	20.1 (2.8)	19.9 (2.6)	100.4 (10.4)	33.1 ^b (3.8)	23.3 (3.1)	11.1 (1.2)
	1:4	17.6 (2.4)	19.9 (3.8)	89.6 (9.1)	49.2 ^a (1.7)	23.9 (2.9)	12.4 (1.7)
	1:5	16.4 (3.6)	19.5 (3.4)	98.1 (10.5)	53.1 ^a (1.5)	22.4 (3.6)	11.6 (2.5)
	1:1	15.1 (3.4)	18.6 (2.5)	112.2 (11.6)	28.2 ^b (3.4)	30.2 (3.4)	10.4 (1.4)
	1:2	16.2 (2.8)	19.5 (3.9)	122.3 (9.7)	35.3 ^b (3.8)	32.3 (2.8)	9.3 (2.8)
	1:3	20.1 (3.5)	21.1 (3.8)	108.5 (8.5)	35.2 ^b (4.6)	34.2 (4.8)	10.3 (1.1)
	1:4	17.6 (3.1)	18.6 (2.6)	123.2 (11.4)	36.9 ^b (4.4)	30.9 (2.7)	12.1 (1.8)
	1:5	19.9 (3.3)	21.2 (3.2)	100.4 (10.4)	58.4 ^a (0.06)	33.4 (2.5)	10.1 (2.1)
30	1:1	6.5 (0.8)	17.3 (4.1)	121.2 (9.4)	35.2 (3.3)	33.5 (3.4)	9.6 (1.4)
	1:2	5.9 (0.6)	19.6 (3.8)	115.3 (8.8)	35.7 (4.8)	38.1 (5.7)	11.6 (2.8)
	1:3	7.6 (0.6)	19.9 (3.6)	124.5 (10.6)	38.2 (3.6)	40.3 (4.8)	10.5 (1.5)
	1:4	7.7 (0.5)	22.3 (2.5)	126.9 (9.4)	36.9 (4.4)	42.2 (3.6)	10.1 (1.4)
	1:5	6.8 (0.4)	23.1 (3.8)	128.4 (10.6)	37.4 (5.6)	39.9 (3.4)	10.2 (1.5)

หมายเหตุ

ค่าสถิติเปรียบเทียบภายในแต่ละความเค็มตามแนวคอลัมน์

อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mean (S.E.)

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำที่ตรวจสอบระหว่างดำเนินการทดลองเลี้ยงกุ้งขาว (*L.vannamei*) ที่เลี้ยงภายใต้ ความเค็ม 3 ระดับร่วมกับสัดส่วนของแมกนีเซียมและแคลเซียม 5 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	Ca:Mg	pH	Temp (°C)	Alkalinity (mg/l)	D.O. (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)
10	1:1	7.9	29.5	90	4.61	0.02	0.21
	1:2	8.0	29.4	93	4.62	0.03	0.32
	1:3	8.0	29.6	94	4.55	0.02	0.15
	1:4	8.0	29.5	96	4.50	0.04	0.19
	1:5	8.0	29.6	99	4.45	0.06	0.28
20	1:1	8.1	29.6	98	4.56	0.03	0.19
	1:2	8.0	29.7	100	4.44	0.05	0.24
	1:3	8.2	29.1	99	4.65	0.02	0.10
	1:4	8.1	29.4	103	4.72	0.09	0.15
	1:5	8.1	29.5	110	4.65	0.06	0.22
30	1:1	8.2	29.7	120	4.45	0.03	0.27
	1:2	8.2	29.4	117	4.51	0.05	0.31
	1:3	8.2	29.1	121	4.62	0.03	0.18
	1:4	8.2	29.3	125	4.75	0.06	0.20
	1:5	8.3	29.8	130	4.81	0.07	0.25