

องค์ประกอบแร่ธาตุหลักในน้ำทะเลเปรียบเทียบกับน้ำเกลือสินเธาว์ เพื่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

Major Mineral Composition of Sea water Compare to Rock Salt Water For Nursing *Macrobrachium rosenbergii* larvae

ศิริภรณ์ โคตะมี^{1*}, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตียว¹ และ สมสมร แก้วบริสุทธิ¹

Siriporn Kotamee^{1*}, Penpun Srisakultiew¹ and Somsamorn Gawborisut¹

บทคัดย่อ: การวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบของแร่ธาตุหลักในน้ำเกลือสินเธาว์และน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 12 ส่วนในพัน (ppt) พบว่าในน้ำเกลือสินเธาว์มีปริมาณคลอไรด์ และโซเดียม มากกว่าน้ำทะเล แต่มีปริมาณซัลเฟต แมกนีเซียม โพแทสเซียม และแคลเซียม น้อยกว่าน้ำทะเล เมื่อทำการเติมแร่ธาตุที่ขาดในน้ำเกลือสินเธาว์ด้วยแมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO₄) โพแทสเซียมซัลเฟต (K₂SO₄) แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) และปูนโดโลไมต์ (CaMg(CO₃)₂) แล้ววิเคราะห์ซ้ำ ก่อนนำไปอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามแรกฟัก เปรียบเทียบกับน้ำทะเล และน้ำเกลือสินเธาว์ที่ไม่เติมแร่ธาตุ พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลในน้ำเกลือสินเธาว์ที่ไม่เติมแร่ธาตุตายทั้งหมดในวันแรกของการอนุบาล ส่วนน้ำเกลือสินเธาว์เติมแร่ธาตุที่ใกล้เคียงกับน้ำทะเล สามารถอนุบาลลูกกุ้งจนพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วา มีอัตราการรอดตายร้อยละ 29.75±1.94 ใกล้เคียงกับการอนุบาลในน้ำทะเลที่มีอัตราการรอดตายร้อยละ 33.50±1.65 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

คำสำคัญ: น้ำทะเล, น้ำเกลือสินเธาว์, ลูกกุ้งก้ามกราม

ABSTRACT: The comparison of the main minerals of seawater (SW) and rock salt water (RW) was carried out at 12 ppt. It was found that the RW had higher chloride (Cl⁻) and sodium (Na⁺) while sulphate, magnesium, potassium and calcium were lower in the RW than in the SW. Magnesium sulphate (MgSO₄), potassium sulphate (K₂SO₄), magnesium chloride (MgCl₂) and dolomite (CaMg(CO₃)₂) were added into the RW prior to analysis. This was then used to nurse the early hatched prawn larvae and compared to the SW and the unsupplemented RW. The results showed that all larvae in the unsupplemented RW died on the first day of nursing. On the other hand, in the mineral-added RW, it was found that the larvae developed to post-larvae with 29.75±1.94% survival rate which was similar to that of the control in SW (33.50±1.65%).

Keywords: seawater, rock salt water, *Macrobrachium rosenbergii* larvae

บทนำ

น้ำเกลือสินเธาว์เป็นน้ำเค็มในพื้นที่น้ำจืด ที่มีแร่ธาตุคล้ายกับน้ำทะเล (มกคล, 2547) แต่มีปริมาณแร่ธาตุแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ส่วนประกอบแร่ธาตุในน้ำทะเลนั้นมีมากกว่า 20 ชนิด Stickney (2000)

รายงานถึงส่วนประกอบของน้ำทะเลธรรมชาติจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลก ระบุความเค็มอยู่ในช่วง 32-36 ppt มีปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำทะเลรวม 23 ชนิด อย่างไรก็ตามแร่ธาตุในน้ำทะเลนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มแร่ธาตุหลักและกลุ่มแร่ธาตุรอง โดยแร่ธาตุหลักนั้นเป็นกลุ่มที่มีความเข้มข้นสูง

¹ ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

* Corresponding author: siriporn@gmail.com

ประกอบด้วย คลอไรด์ โซเดียม ซัลเฟต แมกนีเซียม แคลเซียม โพแทสเซียม ไบคาร์บอเนต โบรอน โบรไมด์ สตรอนเทียม และ ฟลูออไรด์ (Table 1) ส่วนกลุ่มแร่ธาตุรองนั้นมีความเข้มข้นน้อยในน้ำทะเล Humason (1972) กล่าวถึงการทำน้ำทะเลสังเคราะห์ (artificial

sea water) ที่ความเค็ม 34 ppt ว่าต้องมีการใส่สารเคมีรวม 9 ชนิด (Table 2) แต่น้ำที่ได้ ยังมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เลี้ยงสัตว์น้ำทะเลในตู้ ต้องมีการปรับค่า pH ก่อนนำไปใช้

Table 1 Main mineral composition of natural seawater

Minerals	Concentration (ppm)
1. Chloride (Cl)	18,978-19,344
2. Sodium (Na)	10,556-10,773
3. Sulphate (SO ₄)	2,648-2,712
4. Magnesium (Mg)	1,272-1,294
5. Calcium (Ca)	400-412
6. Potassium (K)	380-399
7. Bicarbonate (HCO ₃)	142
8. Boron (B)	4.5
9. Bromide (Br)	67.4
10. Strontium (Sr)	7.9
11. Fluoride (F)	<1.3

Source: Stickney (2000)

Table 2 Chemical composition of artificial seawater at 34 ppt

Chemicals	Amount (g/l)
1. Sodium chloride (NaCl)	23.991
2. Potassium chloride (KCl)	0.742
3. Calcium chloride (CaCl ₂)	1.135
4. Magnesium chloride (MgCl ₂)	5.102
5. Disodium sulphate (Na ₂ SO ₄)	4.012
6. Sodium bicarbonate (NaHCO ₃)	0.197
7. Sodium bromide (NaBr)	0.085
8. Strontium chloride (SrCl ₂)	0.011
9. Boric acid (H ₃ BO ₃)	0.027

Source: Humason (1972)

ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามนั้น จำเป็นต้องใช้ น้ำความเค็ม 12-15 ppt (ยนต์, 2529; New and Singholka, 1982) ทำให้โรงเพาะฟักลูกกุ้งก้ามกราม ส่วนมากตั้งอยู่ในจังหวัดที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเล อันดามัน และคณะ (2527) รายงานการทดลองเพาะและอนุบาล ลูกกุ้งก้ามกรามที่จังหวัดเชียงใหม่และสกลนครที่ทาง ไกลทะเล โดยใช้ น้ำเกลือผสมที่เตรียมจาก เกลือสมุทร 10 กิโลกรัมต่อน้ำจืด 1 ลูกบาศก์เมตร ผสมหัวเชื้อ น้ำเกลือเข้มข้นความเค็ม 380 ppt อัตราส่วน 1 ต่อ 150 ส่วน ก่อนที่จะผสมกับแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อย่างละ 100 มก./ล. ได้น้ำที่ความเค็ม 12 ppt ในบ่อ ซีเมนต์กมขนาดความจุ 400 ลิตร ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ และบ่อซีเมนต์กมขนาด ความจุ 700 ลิตร ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด สกลนคร ทำการอนุบาลลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร ให้อาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) แรกฟักเป็น อาหารเมื่อลูกกุ้งอายุครบ 2 วัน ในปริมาณเพียงพอ ตลอดเวลา เมื่อลูกกุ้ง อายุ 5 - 7 วัน ให้อาร์ทีเมีย 1 ครั้ง สลับกับให้ไข่ตุ๋น 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1-2 ชั่วโมง ให้สลับกันเช่นนี้ตลอดทั้งวันในปริมาณมากพอ กิน การจัดการระหว่างการเลี้ยงมีการดูตตะกอนทุกวัน จนลูกกุ้งคว่ำตัวหมด เปลี่ยนถ่ายน้ำวันเว้นวัน ปริมาณ ร้อยละ 50 ของน้ำในบ่ออนุบาล ใช้ระยะเวลาอนุบาล ประมาณ 1 เดือนได้ผลผลิตลูกกุ้งระยะโพสลาวา อัตรา รอดเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 83 (เชียงใหม่) และร้อยละ 82.6 (สกลนคร) ต่อมา วรณนัท และ คมนัน (2548) ทำการ วิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำเกลือสินเธาว์ จากบ่อ บาดาลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัด ชัยภูมิเปรียบเทียบกับน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 12 ppt (Table 3) พบว่า น้ำเกลือสินเธาว์มีปริมาณของ

คลอไรด์ แมกนีเซียม และแคลเซียมสูงกว่าน้ำเกลือ ทะเล ขณะที่โซเดียม ซัลเฟต และโพแทสเซียมนี้ มีปริมาณต่ำกว่าน้ำทะเล โดยเฉพาะปริมาณของ โพแทสเซียมในน้ำเกลือสินเธาว์ที่จังหวัดชัยภูมินี้ ตรวจ ไม่พบเลย (มีค่าเป็น 0) อาจทำให้น้ำเกลือสินเธาว์ ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำพวกกุ้ง ดังนั้น วรณนัท และ คมนัน (2548) จึงเติมโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ในปริมาณ 280 ppm ลงในน้ำเกลือสินเธาว์ ก่อนนำไปอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามตั้งแต่แรกฟัก จนถึงระยะโพสลาวา พบว่ามีอัตราการรอดตายร้อยละ 35.74 ± 5.98 ขณะที่ลูกกุ้งที่อนุบาลในน้ำเกลือทะเล (ชุดควบคุม) มีอัตราการรอดตายร้อยละ 27.41 ± 4.09 แสดงว่าน้ำเกลือสินเธาว์ถ้ามีการเติมแร่ธาตุแล้ว จะสามารถใช้อนุบาลลูกกุ้งได้ มีหน่วยงานย่อย ในสังกัดกรมประมงหลายแห่งที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ทะเล เช่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสกลนคร ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดขอนแก่น และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี เป็นต้น หน่วยงานเหล่านี้ทำการผลิตลูกกุ้งก้ามกรามเพื่อปล่อย ลงในแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่า 10 ปี โดยใช้ น้ำทะเลความเค็มสูงนำมาเจือจางด้วย น้ำจืด แต่ยังไม่มีการใช้น้ำเกลือสินเธาว์ในการอนุบาล ลูกกุ้งก้ามกรามแต่อย่างใด ทั้งที่จังหวัดอุดรธานี มีอำเภอบ้านดุงเป็นแหล่งผลิตเกลือสินเธาว์ขนาดใหญ่ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบแร่ธาตุหลักใน น้ำเกลือสินเธาว์เปรียบเทียบกับน้ำทะเล ก่อนทำการ เติมแร่ธาตุในน้ำเกลือสินเธาว์ให้มีปริมาณใกล้เคียงกับ น้ำเกลือทะเลแล้วนำไปอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

Table 3 Main mineral composition of seawater and rock salt water (12 ppt) at Chaiyaphum Province

Minerals	Seawater (mg/L)	Rock salt water (mg/L)
1. Chloride (Cl ⁻)	5,754	6,228.07
2. Sodium (Na ⁺)	3,180	2,695.47
3. Sulphate (SO ₄ ²⁻)	817.7	235.08
4. Magnesium (Mg ²⁺)	408	516.2
5. Calcium (Ca ²⁺)	121	661
6. Potassium (K ⁺)	112	0

Source: Wannat and Kom (2548)

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างน้ำเกลือสินเธาว์ที่สูบจากบ่อบาดาลก่อนปล่อยลงสู่อบนาเกลือตากที่อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี และน้ำทะเลเข้มข้นจากนาเกลือสมุทร จังหวัดชลบุรี มาวัดระดับความเค็มแล้วเจือจางด้วยน้ำจืดจนมีความเค็ม 12 ppt จากนั้นวิเคราะห์หาส่วนประกอบแร่ธาตุหลักในน้ำ ได้แก่ คลอไรด์ โซเดียม ซัลเฟต แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม ด้วยวิธี Flame Atomic Absorption Spectrophotometer นำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุระหว่างน้ำเกลือสินเธาว์กับน้ำเกลือทะเล ทำการเติมโพแทสเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) และปูนโดโลไมต์ (CaMg(CO₃)₂) ลงในน้ำเกลือสินเธาว์ก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุอีกครั้ง จากนั้นนำน้ำเกลือสินเธาว์ที่ได้ไปทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามตั้งแต่แรกฟัก ในอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร ด้วยอาร์ทีเมียและไซตุ่น เริ่มต้นอนุบาลลูกกุ้งด้วยน้ำปริมาตร 20 ลิตร แล้วค่อยๆ เติมน้ำเพิ่มวันละ 5 ลิตร จนครบ 50 ลิตร จากนั้นจึงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตามการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง จนถึงระยะโพสต์ลาร์วา บันทึกรัตรารอดตายของลูกกุ้งที่ได้เปรียบเทียบกับการอนุบาลในน้ำทะเล (ชุดควบคุม) และน้ำเกลือสินเธาว์ที่ไม่เติมแร่ธาตุ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุในน้ำทะเลและน้ำเกลือสินเธาว์ แสดงให้เห็นว่า น้ำเกลือสินเธาว์มีปริมาณคลอไรด์ และโซเดียมที่สูงกว่าน้ำทะเลร้อยละ 15.38 และ 27.85 ตามลำดับ ส่วนแร่ธาตุที่เหลืออีก 4 ชนิดประกอบด้วย ซัลเฟต แมกนีเซียม โพแทสเซียม และแคลเซียม ในน้ำเกลือสินเธาว์มีปริมาณที่ต่ำกว่าน้ำทะเลอย่างมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 79.44-94.01 (Table 4) ต่างจาก วรณนันท และ คมนัน (2548) ที่พบว่าน้ำเกลือสินเธาว์ที่จังหวัดชัยภูมิมีความเค็ม 12 ppt เท่ากัน ขาดเฉพาะโพแทสเซียม โซเดียม และซัลเฟตเท่านั้น วรณนันท และ คมนัน (2548) จึงเติมเฉพาะโพแทสเซียมซัลเฟต ชนิดเดียวเท่านั้น แต่การทดลองนี้ต้องทำการเติมถึง 3 ชนิด คือ โพแทสเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และโดโลไมต์ หลังการเติมพบว่า มีเฉพาะโพแทสเซียมเท่านั้นที่มีระดับเพิ่มขึ้นสูงกว่าน้ำทะเลเล็กน้อย (7.25%) แต่ยังขาดซัลเฟต (7.68%) แคลเซียม (30.43%) และแมกนีเซียม (76.95%) เมื่อนำน้ำนี้ไปอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามเปรียบเทียบกับน้ำเกลือสินเธาว์ที่ไม่เติมแร่ธาตุและเติมแร่ธาตุที่ความเค็มเท่ากันคือ 12 ppt พบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลในน้ำเกลือสินเธาว์ไม่เติมแร่ธาตุตายในวันแรกของการอนุบาล แสดงว่าน้ำเกลือสินเธาว์ไม่มีความเหมาะสมกับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือน้ำเกลือสินเธาว์มีแร่ธาตุไม่เพียงพอกับความต้องการ

ของลูกกุ้ง ส่วนน้ำเกลือสินเธาว์ที่เติมแร่ธาตุนั้น พบว่า ลูกกุ้งสามารถมีชีวิตอยู่ได้ถึงวันที่ 30 ของการอนุบาล แต่ลูกกุ้งไม่สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วา และทยอยตายไปเรื่อยๆจนหมด แสดงว่าน้ำเกลือสินเธาว์ที่เติมแร่ธาตุนี้อาจมีแร่ธาตุเพียงพอกับการมีชีวิตอยู่ของลูกกุ้งในระยะหนึ่ง แต่ไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วา เมื่อพิจารณาปริมาณแร่ธาตุในน้ำเกลือสินเธาว์หลังเติมแร่ธาตุแล้ว พบว่าการเติมแร่ธาตุครั้งที่ 1 มีปริมาณแมกนีเซียมเพียง 148 มก./ล. เท่านั้น ต่ำกว่าน้ำทะเลถึงร้อยละ 76.95 อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกกุ้งไม่สามารถเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วา ดังนั้นจึงทำการละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) เติมเข้าไปในน้ำเกลือสินเธาว์อีก แล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ พบว่ามีแมกนีเซียมสูงขึ้นไปเป็น 397 มก./ล. (Table 5) เมื่อนำไปอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามพบว่า ลูกกุ้งสามารถ

พัฒนาเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วาได้มีอัตราการรอดตายร้อยละ 29.75±1.65 ใกล้เคียงกับชุดควบคุมที่อนุบาลลูกกุ้งในน้ำทะเลมีอัตราการรอดตายร้อยละ 33.50±1.94 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05, Figure 1) ต่างจากวรรณนัท และ คมนัน (2548) ที่ใช้น้ำเกลือสินเธาว์อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามแล้วมีอัตราการรอดตายร้อยละ 35.74±5.98 สูงกว่าชุดควบคุมที่มีอัตราการรอดตายร้อยละ 27.41±4.09 ทั้งที่ วรรณนัท และ คมนัน (2548) อนุบาลลูกกุ้งในความหนาแน่นที่ต่ำกว่า (20 ตัว/ลิตร) การทดลองครั้งนี้ (100 ตัว/ลิตร) ถึง 5 เท่า การใช้ น้ำเกลือสินเธาว์อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามนี้ จำเป็นต้องมีการเติมแร่ธาตุหลักที่ขาดหาย ซึ่งน้ำเกลือสินเธาว์จากต่างแหล่ง อาจมีปริมาณแร่ธาตุที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น ในการนำมาใช้ จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อเติมแร่ธาตุที่ขาดให้ใกล้เคียงกับน้ำทะเลก่อน

Table 4 Main mineral composition in sea water (SW) compared to rock salt water (RW;12 ppt) at Udornthani

Minerals	Concentration (mg/L)		Differences of RW over (+) or less (-) than SW	
	SW	RW	(mg/L)	(%)
Chlorine (Cl ⁻)	6,886	7,945	+1,059	+15.38
Sodium (Na ⁺)	4,064	5,196	+1,132	+27.85
Sulphate (SO ₄ ²⁻)	1,080	222	-858.0	-79.44
Magnesium (Mg ²⁺)	642	12.8	-629.2	-94.01
Potassium (K ⁺)	207	30.1	-176.9	-85.46
Calcium (Ca ²⁺)	141	9.86	-131.14	-93.01

Table 5 Composition in rock salt water (RW) added minerals compared to seawater (SW) at 12 ppt salinity

Minerals	concentration (mg/L)		
	SW	RW added minerals	
		First time	Second time
Cl ⁻	6,886	7,349	8,952
Na ⁺	4,064	4,627	5,132
SO ₄ ²⁻	1,080	997	789
Mg ²⁺	642	148	397
K ⁺	207	222	191
Ca ²⁺	141	98.1	99.3

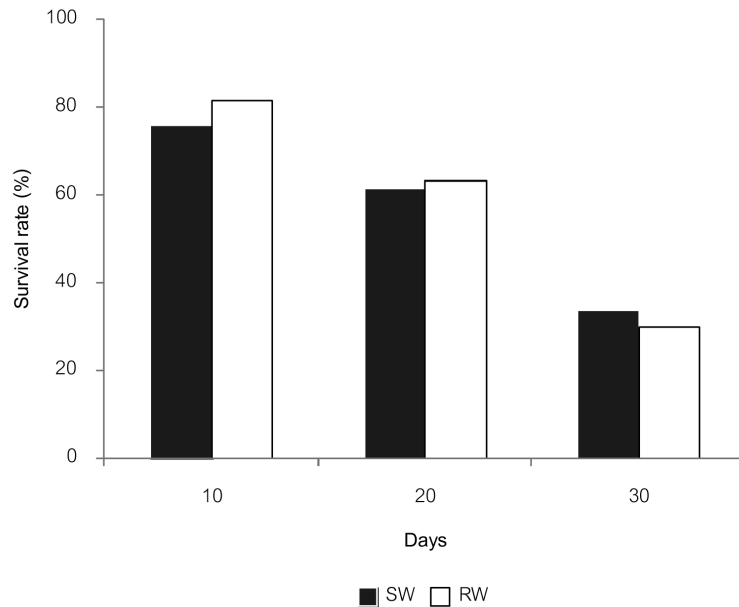


Figure 1 Survival rate of *Macrobrachium rosenbergii* Larvae during nursing period In sea water (SW) and rock salt water (RW)

สรุป

น้ำเกลือสินเธาว์ที่เติมแร่ธาตุใกล้เคียงกับน้ำทะเลแล้ว สามารถนำมาใช้อุบาลลูกกุ้งก้ามกรามให้มีอัตราการรอดตายใกล้เคียงกับน้ำทะเล แต่ปริมาณการเติมแร่ธาตุควรมีการวิเคราะห์ก่อน เพราะน้ำเกลือสินเธาว์ต่างแหล่งและฤดูกาลอาจมีความเค็มและแร่ธาตุที่ต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอบคุณบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ที่ช่วยวิเคราะห์แร่ธาตุในตัวอย่างน้ำที่ใช้ตลอดการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- มงคล ต๊ะอุ้น. 2547. การฟื้นฟู/การจัดการ: ดินเค็ม-ดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วรรณนัท หิรัญชูพิหะ และคณิศรศิลป์อาจารย์. 2548. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้น้ำเกลือสินเธาว์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. ยนต์บุรีรัมย์.
- ยนต์บุรีรัมย์. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อนันต์ ต้นสุดะพานิช, ชำนาญ พงษ์ศรี, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดี่ยว และวงศ์ปฐุม กมลรัตน์. 2527. แนวทางการเพิ่มผลผลิตลูกกุ้งก้ามกราม (เพาะเลี้ยงลูกกุ้งในน้ำเกลือผสม). กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- Humason, G. L. 1972. Animal Tissue Techniques. Oak Ridge Associated University. W.H. Freeman and Company San Francisco, the United States of America.
- New, M. B. and S. Singholka. 1982. Freshwater Prawn Farming a Manual for the Culture of *Macrobrachium rosenbergii*. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome.
- Stickney, R. R. 2000. Encyclopedia of Aquaculture. A Wiley-Inter Science Publication John Wiley and Sons, Inc. The United States of America.