

# ẢNH HƯỞNG CỦA BỔ SUNG KHOÁNG VÀO MÔI TRƯỜNG NƯỚC ĐẾN HIỆU QUẢ SINH SẢN CỦA ỐC BƯƠU ĐỒNG (*Pila polita* Deshayes, 1830) TRONG QUÁ TRÌNH NUÔI VỖ

Lê Văn Bình\*, Ngô Thị Thu Thảo

Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

\*Tác giả liên hệ: [lvbinh654@gmail.com](mailto:lvbinh654@gmail.com)

Nhận bài: 23/02/2024 Hoàn thành phản biện: 05/05/2024 Chấp nhận bài: 20/05/2024

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung khoáng vào môi trường nước lên hiệu quả sinh sản của ốc bươu đồng trong quá trình nuôi vỗ. Ốc bố mẹ (khối lượng: 12,6 - 14,7 g/con; chiều cao vỏ: 37,3 - 44,7 mm/con) được nuôi vỗ trong bể lót bạt (kích thước 1×1×1 m) với mật độ 60 con/bể (tỉ lệ đực:cái là 1:1). Môi trường nước được bổ sung khoáng Pro Mix với 5 mức hàm lượng khoáng khác nhau vào môi trường nước, với 3 lần lặp lại bao gồm: 1) Đối chứng không bổ sung khoáng (No.Mi-W); 2) Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup> (Mi30-W); 3) Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup> (Mi50-W); 4) Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup> (Mi70-W) và 5) Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup> (Mi90-W). Mỗi mức khoáng bổ sung được lặp lại 3 lần. Kết quả cho thấy, hệ số thành thực (GSI) của ốc bươu đồng ở Mi30-W cao nhất đạt 12,50% ở con cái; 6,62% ở con đực và khác biệt (p<0,05) so với No.Mi-W (7,00%; 4,19%). Ốc bươu đồng nuôi vỗ ở nghiệm thức Mi30-W có tần suất sinh sản 1,08 tô/tuần/m<sup>2</sup>, cao hơn và khác biệt (p<0,05) so với ốc bươu đồng ở nghiệm thức Mi90-W (0,86 tô/tuần/m<sup>2</sup>) và nghiệm thức No.Mi-W (0,61 tô/tuần/m<sup>2</sup>). Kết quả nghiên cứu khẳng định, việc bổ sung khoáng vào môi trường nước nuôi vỗ ở mức 30 mg/m<sup>3</sup> đã nâng cao tỷ lệ thành thực sinh dục, hiệu quả sinh sản của ốc so với các hàm lượng bổ sung khoáng khác.

**Từ khóa:** Bổ sung khoáng, Ốc bươu đồng, Sinh sản, Sinh trưởng, Tỷ lệ sống

## EFFECTS OF MINERAL ADDITION TO WATER ENVIRONMENT ON THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF BLACK APPLE SNAIL

(*Pila polita* Deshayes, 1830)

Le Van Binh\*, Ngo Thi Thu Thao

College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University

\*Corresponding author: [lvbinh654@gmail.com](mailto:lvbinh654@gmail.com)

Received: February 23, 2024 Revised: May 5, 2024 Accepted: May 20, 2024

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of mineral supplementation in water environment on the reproductive efficiency of black apple snail (*Pila polita*) during maturity cultivation. Snail broodstocks (weight: 12.6 - 14.7 g/ind; height: 37.3 - 44.7 mm/ind.) were reared in the tarpaulin tanks (1 × 1 × 1 m) at a density of 60 ind./tank (the ratio of male: female was 1: 1). The water environment was supplemented with Pro Mix minerals at five different levels, including: 1) Control without Pro Mix supplementation (No.Mi-W); 2) Pro Mix supplementation at a level of 30 mg/m<sup>3</sup> (Mi30-W); 3) Pro Mix supplementation at a level of 50 mg/m<sup>3</sup> (Mi50-W); 4) Pro Mix supplementation at a level of 70 mg/m<sup>3</sup> (Mi70-W) and 5) Pro Mix supplementation at a level of 90 mg/m<sup>3</sup> (Mi90-W). Each treatment was performed in triplicate. After 90 days of culture, the Gonadosomatic Index (GSI) of snails was highest in Mi30-W (12.50% in female; 6.62% in male) and significantly different (p<0.05) compared to No.Mi-W (7.00%; 4.19%). The spawning frequency of broodstocks in Mi30-W (1.08 clutch/week/m<sup>2</sup>) was significantly higher (p<0.05) than those in Mi90-W (0.86 clutch/week/m<sup>2</sup>) or No.Mi-W (0.61 clutch/week/m<sup>2</sup>). The study results indicated that the addition of Pro Mix to water environment at a level of 30 mg/m<sup>3</sup> significantly enhanced GSI and the reproductive efficiency of the black apple snails.

**Keywords:** Black apple snail, Growth, Mineral supplements, Spawning, Survival rate

## 1. MỞ ĐẦU

Thân mềm là một trong những ngành động vật đa dạng về mặt sinh học, được chia 8 lớp và có số lượng loài lớn nhất (với 160.000 loài), lớp Chân bụng (Gastropoda) là lớp lớn nhất (với 40.000 loài ốc) và là lớp thích ứng cao với môi trường sống trong đất và dưới nước (Richard và Gary, 2003; Gosling, 2004). Vỏ chứa khoáng chất (canxi, photpho, magie, kali, kẽm, đồng) để ốc hấp thu, sử dụng để duy trì trạng thái cân bằng axit-bazơ và rất quan trọng cho sự hình thành vỏ nhằm tạo vỏ cho tăng trưởng (Ireland, 1991; Emelue và cs., 2018; Rygała-Galewska và cs., 2023), tạo trứng trong giai đoạn sinh sản (Fournié và Chétail, 1984; Jatto và cs., 2010; Hotopp, 2002; Beeby và Richmond, 2011). Khoáng ảnh hưởng đến quá trình khoáng hóa ở sinh vật thủy sản, cũng ảnh hưởng đến sự co cơ, kích hoạt enzyme, biệt hóa tế bào, phản ứng miễn dịch, chết tế bào theo chương trình và hoạt động thần kinh (Pu và cs., 2016), quá trình sinh hóa tạo ra năng lượng tế bào (Huskinson và cs., 2007). Photpho có vai trò không thể thiếu trong các chức năng của tế bào, vì nó là thành phần chính của axit nucleic, phospholipid, phosphoprotein, ATP và một số enzyme quan trọng và sự thiếu hụt photpho có thể được tạo ra ở hầu hết các loài (Lovell, 1989; Coote và cs., 1996). Magiê (Mg) ảnh hưởng đến các chức năng sinh lý, chẳng hạn như cải thiện chuyển hóa năng lượng, tổng hợp protein và gia tăng tế bào (Rubin, 1975; Drapała, 1986; Karmanska và cs., 2015) hay cũng đã được chứng minh là có tác dụng gia tăng tế bào tham gia vào khả năng sinh sản ở động vật thủy sản (Gaál và cs., 2004; Chandra và cs., 2013). Vì vậy, việc bổ sung khoáng vào môi trường nước thích hợp cho sự tăng trưởng, sinh sản của ốc bươu đồng là vấn đề cấp thiết, nhằm phục vụ việc sản xuất ốc bươu đồng đạt hiệu quả cao hơn.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Bố trí thí nghiệm

Sau khi nuôi 2,5 - 3 tháng tuổi (ốc có chiều cao vỏ từ 37,3 - 44,7 mm) và được sử dụng cho thí nghiệm; ốc được bố trí trong bể bạt có kích thước (1 × 1 × 1 m) và được vệ sinh sạch trước khi sử dụng. Thí nghiệm lắp đặt hệ thống sàng ăn (bố trí 2 sàng/bể, đặt cách mặt nước 8 - 10 cm), giá thể nylon (2 chùm/bể), chiều cao cột nước trong bể nuôi vỗ duy trì ở mức 40 cm. Sau thời gian 30 - 32 ngày nuôi vỗ tiến hành thả giá thể nổi vào bể (giá thể làm bằng tấm xốp có kích thước 0,2 × 0,3 m và bố trí hai chùm rễ cây lục bình/tấm xốp). Ốc được nuôi vỗ với mật độ 60 con/m<sup>2</sup> trong thời gian 90 ngày với tỷ lệ đực:cái tương đương nhau (đặc điểm của ốc đực và ốc cái được phân biệt dựa theo mô tả của Võ Xuân Chu, 2011).

Thí nghiệm được bố trí với 5 nghiệm thức tương ứng với 5 hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước nuôi là: 1) Đối chứng (No.Mi-W); 2) Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup> (Mi30-W); 3) Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup> (Mi50-W); 4) Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup> (Mi70-W) và 5) Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup> (Mi90-W), mỗi nghiệm thức với 3 lần lặp lại. Thức ăn trong thí nghiệm là thức ăn phối chế từ các nguyên liệu như: Bột cá (20%), bột mì tinh (37,96%), bột đậu nành (31,43%), dầu nành (1%), khoáng (3%), vitamin (1%), canxi (3,61%) và chất kết dính (2%). Phương pháp phối chế và sản xuất thức ăn dựa trên phương pháp của Thanathip và Dechnarong (2017); Le Van Binh và Ngo Thi Thu Thao (2019). Khoáng được sử dụng là PRO MIX - Khoáng hữu cơ cho tôm ăn dạng bột, thành phần các chất có trong 1kg khoáng: Canxi: 185 - 200g/kg; Photpho: 50.000 - 50.500mg/kg; Natri: 1.850 -2.100mg/kg; Kali : 950-1.100mg/kg; Magie : 80.000 - 85.500mg/kg; Mangan : 450 - 500mg/kg.

Thành phần hóa học của thức ăn phối chế sau khi phân tích là đạm: 28,3%, chất béo: 2,59%, tro: 11,0%, xơ: 3,04%, canxi: 5,05%, photpho: 1,31%, magie: 0,126% và natri: 0,427%.

Khẩu phần ăn được tính trên khối lượng ốc (ở mức 1 - 2% khối lượng cơ thể) và được điều chỉnh khẩu phần ăn sau 15 ngày theo sinh khối ốc trong bể và được cho ăn 2 lần/ngày (buổi sáng: 7 giờ và buổi chiều: 17 giờ), sau thời gian 7 - 10 ngày nước trong bể nuôi vỗ được thay mới (thay khoảng 30 - 40%).

## 2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

### 2.2.1. Các yếu tố môi trường

Hàng ngày đo nhiệt độ vào lúc 7 giờ sáng và 14 giờ chiều bằng nhiệt kế; đồng thời cứ 15 ngày tiến hành đo độ kiềm, pH (bằng bộ test SERA-Germany).

### 2.2.2. Chỉ tiêu sinh học

Đếm số lượng ốc còn sống hàng tháng trong bể để xác định tỉ lệ sống (ốc đực, ốc cái), xác định tăng trưởng bằng cách cân khối lượng (cân điện tử có độ chính xác 0,01g), đo chiều cao và chiều rộng (dùng thước kẹp có độ chính xác 0,01 mm) 20 con của từng bể:

Tăng trưởng khối lượng đặc trưng (SGR<sub>w</sub>-%/ngày) =  $\frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{t} \times 100$

Tăng trưởng chiều cao đặc trưng (SGR<sub>H</sub>-%/ngày) =  $\frac{(\ln H_2 - \ln H_1)}{t} \times 100$

Tăng trưởng chiều rộng đặc trưng (SGR<sub>w</sub>-%/ngày) =  $\frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{t} \times 100$

Tăng trưởng khối lượng tuyệt đối (DWG-mg/ngày) =  $\frac{(W_2 - W_1)}{t} \times 100$

Tăng trưởng chiều cao tuyệt đối (DHG-µm/ngày) =  $\frac{(H_2 - H_1)}{t} \times 100$

Tăng trưởng chiều rộng tuyệt đối (DWG-mg/ngày) =  $\frac{(W_2 - W_1)}{t} \times 100$

Trong đó,  $W_1, H_1$ : Khối lượng và chiều rộng, chiều cao bố trí;  $W_2, H_2$ : khối lượng và chiều rộng, chiều cao tại thời điểm thu mẫu;  $t$ : thời gian nuôi vỗ (ngày).

Tỷ lệ sống của ốc buro đồng đực hay ốc buro đồng cái được xác định (%):  $\frac{N_2}{N_1} \times 100$ ; Trong đó:  $N_1$ : Cá thể thả ban đầu (con);  $N_2$ : Cá thể ở thời điểm thu mẫu (con).

Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) =  $\frac{m}{P}$ ; Trong đó:  $m$ : Tổng khối lượng thức ăn đã cho ốc buro đồng ăn (g);  $P$ : Khối lượng ốc buro đồng gia tăng (g).

Lượng ăn thức ăn (FI) được xác định =  $\left( \frac{\text{Tổng thức ăn cho ăn}}{\text{Số ốc bố trí + Số ốc kết thúc}} \right) \times \text{thời gian nuôi vỗ ốc buro đồng}$ . Đơn vị tính: mg/con/ngày (Ani và cs., 2013).

Kích thước tổ trứng ốc buro đồng được xác định các chỉ tiêu như sau: chiều dài, chiều rộng, chiều cao, khối lượng, thể tích tổ trứng, số hạt trứng/tổ (tách ra 5 hạt trứng/tổ trứng để cân; Khối lượng tổ trứng ốc buro đồng  $\times$  5 hạt trứng/khối lượng 5 hạt trứng), đường kính và khối lượng hạt trứng được thu thập ngay khi phát hiện tổ trứng trong bể nuôi vỗ ốc buro đồng bố mẹ.

Sức sinh sản trong bể nuôi vỗ (tổ trứng/bể nuôi vỗ): Tổng số tổ trứng trong 1 m<sup>2</sup> bể nuôi vỗ ốc buro đồng.

Sức sinh sản của con cái nuôi vỗ (tổ trứng/con cái) =  $\frac{\text{Tổng số tổ trứng trong bể nuôi vỗ (tổ)}}{\text{Số ốc cái trong bể nuôi vỗ (con)}}$

Số hạt trứng trong tổ trứng ốc buro đồng cái sinh ra (hạt trứng/tổ trứng): Tổng số hạt trứng trong mỗi tổ trứng mà ốc buro đồng cái sinh sản.

Tần suất sinh sản của ốc buro đồng cái sinh ra (tổ trứng/tuần/m<sup>2</sup>): Số tổ trứng ốc buro đồng sinh ra/tuần.

Tỷ lệ nở của từng tổ trứng ốc buro đồng cái sinh ra được xác định theo công

$$\text{thức} = \frac{\text{Số ốc bươu đồng con (con)}}{\text{Số hạt trứng (hạt)}} \times 100.$$

Thời gian ốc bươu đồng con xuất hiện đầu tiên (ngày): Thời gian tổ trứng ấp đến khi xuất hiện ốc bươu đồng con đầu tiên.

Thời gian nở (ngày): Thời gian tổ trứng ấp đến khi tổ trứng nở ra ốc bươu đồng con hoàn toàn.

Tốc độ nở được xác định (ngày) = Thời gian tổ trứng nở hết (ngày) - Thời gian xuất hiện ốc con đầu tiên (ngày).

Trước khi bắt đầu nuôi vỗ ốc bươu đồng tiến hành thu 10 con ốc bươu đồng đực và 10 con ốc bươu đồng cái, sau khi kết thúc thí nghiệm thu ngẫu nhiên 5 con ốc bươu đồng đực và 5 con ốc bươu đồng cái/bê để kiểm tra các chỉ tiêu sau:

Hệ số thành thực được xác định (GSI, %) =  $\frac{\text{Khối lượng tuyến sinh dục (g)}}{\text{Khối lượng cơ thể (g)}} \times 100$  (Mohan, 2007). Giai đoạn thành thực của ốc được xác định bằng phương pháp mô học theo (Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo, 2020).

Xác định hệ số độ béo được xác định (%) =  $\frac{\text{Khối lượng thịt (g)}}{\text{Khối lượng tổng (g)}} \times 100$ . (Kim và cs., 2016).

Chỉ số thể trạng được xác định (CI, mg/g) =  $\frac{DWs}{DWv} \times 1000$ ; Trong đó: DW<sub>v</sub>: Khối

**Bảng 1.** Trung bình các yếu tố môi trường trong bể nuôi vỗ ốc bươu đồng ở các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước khác nhau

Chỉ tiêu theo dõi	Các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Nhiệt độ sáng (°C)	25,2±0,8 <sup>a</sup>	25,2±0,7 <sup>a</sup>	25,2±0,7 <sup>a</sup>	25,2±0,7 <sup>a</sup>	25,2±0,7 <sup>a</sup>
Nhiệt độ chiều (°C)	27,3±1,6 <sup>a</sup>	27,4±1,4 <sup>a</sup>	27,5±1,4 <sup>a</sup>	27,3±1,5 <sup>a</sup>	27,4±1,4 <sup>a</sup>
pH	7,99±0,04 <sup>a</sup>	7,97±0,05 <sup>a</sup>	7,98±0,02 <sup>a</sup>	8,01±0,02 <sup>a</sup>	8,03±0,02 <sup>a</sup>
Kiểm (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	68,7±1,3 <sup>a</sup>	69,1±1,9 <sup>a</sup>	70,4±1,5 <sup>a</sup>	69,5±0,7 <sup>a</sup>	70,4±0,7 <sup>a</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

lượng vỏ ốc tươi (g); DWs: Khối lượng thịt được sấy khô ở 60°C sau 24 giờ (g) (James và Abiaobo, 2014).

Thời gian xuất hiện tổ trứng được xác định (ngày): Từ khi ốc bươu đồng cái bố trí thí nghiệm đến khi ốc bươu đồng cái đẻ tổ trứng đầu tiên.

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn các số liệu thu thập được tính bằng phần mềm Excel 2019. Phần mềm SPSS 22.0 dùng để đánh giá thống kê với các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức ở mức  $p < 0,05$  bằng phép thử Duncan (phân tích ANOVA một nhân tố).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Biến động các yếu tố môi trường

Nhiệt độ trong các bể nuôi vỗ ốc bươu đồng vào buổi sáng từ 22,5 - 27,8°C và buổi chiều từ 26,5 - 31,2°C (nhiệt độ biến động ở mức từ 1,12 đến 3,92°C), không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ( $p > 0,05$ ). Tương tự, pH và kiềm trong bể nuôi vỗ ốc không biến động lớn và nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng và thành thực sinh dục của ốc bươu đồng (Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo, 2017), cụ thể pH: 7,97 - 8,03 và kiềm là 68,7 - 70,4 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Bảng 1).

### 3.2. Tỷ lệ sống và tăng trưởng của ốc bươu đồng trong quá trình nuôi vỗ

Sau 3 tháng nuôi vỗ khối lượng của ốc đạt cao nhất ở Mi30-W (32,4 g), kế đến là Mi50-W (32,2 g) và thấp nhất ở No.Mi-W (30,3 g). Tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối (Bảng 2) ở nghiệm thức Mi30-W (0,98 %/ngày) là cao nhất và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức khác. Chiều cao và chiều rộng của ốc bươu đồng sau 3 tháng nuôi vỗ cũng đạt cao nhất ở Mi30-W với các kết quả lần lượt là 55,6 mm và 39,8 mm, kết đến là Mi50-W (Chiều cao: 55,1 mm; chiều rộng: 39,4 mm) và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Ở nghiệm thức Mi30-W, tăng trưởng chiều cao tương đối đạt 0,28 %/ngày và tăng trưởng chiều rộng tương đối đạt 0,35 %/ngày đạt cao hơn và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức No.Mi-W, Mi70-W và Mi90-W. Qua kết quả nghiên cứu và so sánh với các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy tốc độ tăng trưởng của ốc bươu đồng bố mẹ giảm khi trong môi trường nước bổ sung hàm lượng khoáng cao (khi bổ sung từ 70 mg/m<sup>3</sup> đến 90 mg/m<sup>3</sup>) hay không bổ sung khoáng, điều này có thể được giải thích là khi bổ sung khoáng trong nước quá nhiều sẽ hạn chế sự tiêu hóa và hấp thu canxi, photpho, do phải đào thải lượng canxi dư thừa trong cơ thể hoặc do sự tiêu hao mất cân đối giữa các thành phần trong thức ăn, ngoài ra canxi cao sẽ ngăn cản một số ion hóa trị 2 (magie, kẽm, sắt, đồng, mangan) tham gia vào quá

trình trao đổi chất (Ireland, 1991 và 1993; Ireland & Marigomez, 1992); photpho đóng vai trò là chất đệm để duy trì độ pH tối ưu trong dịch cơ thể, thiếu photpho làm mất cân bằng pH trong dịch cơ thể, từ đó sẽ ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng, sinh sản của động vật thân mềm chân bụng (Lovell, 1989; Coote và cs., 1996; Tan và cs., 2001).

Lee và cs. (1999) báo cáo khi ương bào ngư *Haliotis discus hannai* với hàm lượng bổ sung 2% khoáng vào thức ăn đã làm gia tăng khối lượng và chiều cao (0,26 g và 14,5 mm) cao hơn so với hàm lượng 4% khoáng (0,25 g và 14,1 mm) hay không bổ sung khoáng trong thức ăn (0,25 g và 14,3 mm). Tương tự, loài bào ngư này (Tan và cs., 2001) đạt tăng trưởng 86,9  $\mu\text{m}$ /ngày khi trong thức ăn có chứa 1% photpho và tăng trưởng giảm xuống chỉ còn 82,1  $\mu\text{m}$ /ngày khi hàm lượng photpho giảm xuống chỉ còn 0,5% hay 2% photpho (75,3  $\mu\text{m}$ /ngày). Nuôi vỗ ốc *Limicolaria flammea* khối lượng tăng lên 2,71 g và 31,2 mm chiều cao khi ăn thức ăn chế biến với hàm lượng canxi tương đương 1,2%, tăng trưởng tăng lên 3,50 g và 32,0 mm khi hàm lượng canxi tăng lên 6,8% và giảm xuống chỉ còn (3,45 g và 33,0 mm) khi hàm lượng canxi tiếp tục tăng lên 12,0% (Karamoko và cs., 2014). Nghiên cứu trên ốc *Partula gibba*, Gouveia và cs. (2011) chỉ ra rằng khi bổ sung 10% canxi trong môi trường nước, ốc đạt tăng trưởng khối lượng 0,57 g và chiều cao 24,1 mm, tăng trưởng tăng lên 1,32 g và 35,0 mm khi bổ sung 40% canxi.

**Bảng 2.** Trung bình tỉ lệ sống, khối lượng, chiều cao và chiều rộng ốc bươu đồng lúc bắt đầu và sau 3 tháng nuôi vỗ khi bổ sung khoáng vào môi trường nước khác nhau

Chỉ tiêu theo dõi	Các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Tỉ lệ sống (%)	70,0±1,7 <sup>a</sup>	71,7±1,7 <sup>ab</sup>	71,7±1,7 <sup>ab</sup>	73,3±3,3 <sup>ab</sup>	74,4±1,9 <sup>b</sup>
<b>Khối lượng</b>					
Ngày 1 (g)	13,8±0,1 <sup>a</sup>	13,8±0,1 <sup>a</sup>	13,8±0,1 <sup>a</sup>	13,8±0,1 <sup>a</sup>	13,8±0,1 <sup>a</sup>
Ngày 90 (g)	30,3±0,3 <sup>a</sup>	32,4±0,1 <sup>c</sup>	32,2±0,2 <sup>c</sup>	31,7±0,4 <sup>b</sup>	30,6±0,1 <sup>a</sup>
DWG (mg/ngày)	183±2 <sup>a</sup>	206±1 <sup>d</sup>	205±2 <sup>d</sup>	199±3 <sup>c</sup>	187±2 <sup>b</sup>
SGR <sub>w</sub> (%/ngày)	0,87±0,01 <sup>a</sup>	0,94±0,02 <sup>d</sup>	0,95±0,01 <sup>d</sup>	0,92±0,01 <sup>c</sup>	0,89±0,01 <sup>b</sup>
<b>Chiều cao</b>					
Ngày 1 (mm)	43,2±0,5 <sup>a</sup>	43,3±0,2 <sup>a</sup>	43,1±0,4 <sup>a</sup>	43,2±0,1 <sup>a</sup>	43,1±0,2 <sup>a</sup>
Ngày 90 (mm)	53,9±0,4 <sup>a</sup>	55,6±0,1 <sup>d</sup>	55,1±0,5 <sup>cd</sup>	54,7±0,2 <sup>bc</sup>	54,3±0,3 <sup>ab</sup>
DHG (µm/ngày)	118±2 <sup>a</sup>	136±3 <sup>d</sup>	134±9 <sup>d</sup>	127±2 <sup>c</sup>	124±2 <sup>b</sup>
SGR <sub>H</sub> (%/ngày)	0,24±0,01 <sup>a</sup>	0,28±0,01 <sup>c</sup>	0,27±0,01 <sup>c</sup>	0,26±0,01 <sup>b</sup>	0,26±0,02 <sup>b</sup>
<b>Chiều rộng</b>					
Ngày 1 (mm)	29,2±0,1 <sup>a</sup>	29,1±0,1 <sup>a</sup>	29,3±0,1 <sup>a</sup>	29,3±0,2 <sup>a</sup>	29,3±0,2 <sup>a</sup>
Ngày 90 (mm)	38,2±0,5 <sup>a</sup>	39,8±0,2 <sup>b</sup>	39,4±0,2 <sup>b</sup>	38,7±0,2 <sup>a</sup>	38,6±0,5 <sup>a</sup>
DWG (µm/ngày)	100±6 <sup>a</sup>	119±2 <sup>c</sup>	113±3 <sup>bc</sup>	105±4 <sup>ab</sup>	104±7 <sup>ab</sup>
SGR <sub>w</sub> (%/ngày)	0,30±0,01 <sup>a</sup>	0,35±0,01 <sup>c</sup>	0,33±0,01 <sup>bc</sup>	0,31±0,01 <sup>ab</sup>	0,31±0,02 <sup>ab</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đôi chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); Ghi chú: DWG-Tăng trưởng khối lượng và chiều rộng tuyệt đối; SGR<sub>w</sub> - Tăng trưởng khối lượng và chiều rộng tương đối; DHG - Tăng trưởng chiều cao tuyệt đối; SGR<sub>H</sub> - Tăng trưởng chiều cao tương đối; số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

Sau 90 ngày nuôi vỗ (Bảng 2), tỉ lệ sống của ốc ở nghiệm thức Mi90-W (74,4%) cao hơn ( $p < 0,05$ ) so với No.Mi-W (70,0%) và khác biệt không có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) so với Mi30-W đến Mi70-W (71,7 - 73,3%). Wacker và Baur (2004) nghiên cứu trên ốc *Arianta arbustorum* hay Karamoko (2009) nghiên cứu trên ốc *Limicolaria flammea* cũng ghi nhận hàm lượng canxi phù hợp cung cấp trong khẩu phần thức ăn sẽ góp phần nâng cao tỉ lệ sống, ngược lại sự thiếu hụt nguồn canxi cũng là ảnh hưởng đến quá trình chuyển hóa dinh dưỡng và là nguyên nhân dẫn đến tỉ lệ sống thấp. Theo nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017), nuôi vỗ ốc bươu đồng khi cho ăn thức ăn viên (có chứa 18% đạm và 2,4% canxi) đạt tỉ lệ sống 55,2%, khi nuôi vỗ bằng thức ăn xanh (có

chứa 3,2% đạm và 1,3% canxi) đạt tỉ lệ sống 61,9%.

### 3.3. Hệ số chuyển hoá thức ăn, lượng ăn vào của ốc bươu đồng nuôi vỗ trong môi trường nuôi được bổ sung các hàm lượng khoáng

Hệ số chuyển hoá thức ăn đạt thấp nhất khi ốc được nuôi vỗ ở nghiệm thức bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup> (Mi50-W; 1,17) và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với Mi90-W (1,07), tuy nhiên khác biệt ( $p < 0,05$ ) giữa nghiệm thức Mi50-W với Mi30-W và Mi70-W. Trong khi đó, lượng thức ăn ăn vào của một cá thể ốc bươu đồng nuôi vỗ trong 90 ngày (Bảng 3) đạt thấp nhất ở nghiệm thức No.Mi-W (238 mg/con/ngày), kể đến là Mi90-W (244 mg/con/ngày) và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác.

**Bảng 3.** Hệ số thức ăn và lượng ăn của ốc bươu đồng nuôi vỗ ở các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước

Chi tiêu theo dõi	Các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
FCR	1,23±0,07 <sup>ab</sup>	1,14±0,06 <sup>ab</sup>	1,17±0,04 <sup>a</sup>	1,11±0,03 <sup>ab</sup>	1,07±0,11 <sup>b</sup>
FI (mg/con/ngày)	238±6 <sup>a</sup>	251±10 <sup>b</sup>	252±1 <sup>b</sup>	252±3 <sup>b</sup>	244±7 <sup>a</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); FCR - Hệ số chuyển hóa thức ăn, FI - lượng ăn; số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

Rygało-Galewska và cs. (2023) cho rằng ốc *Cornu aspersum* khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng khác nhau (canxi từ 8,9 đến 20 g/kg thức ăn; Magiê: từ 0,8 đến 4,7 g/kg thức ăn) có FCR từ 0,86 đến 1,28. Nghiên cứu trên ốc hương giống *Babylonia areolata*, Chaitanawisuti et al. (2010) cho rằng khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, photpho: 3%) có FCR là 2,63 và cao hơn khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 1%, photpho: 3%) là 2,50 hay khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, photpho: 1%) có FR là 2,47. Le Van Binh và Ngo Thi Thu Thao (2019) thu được kết quả trung bình lượng thức ăn tiêu thụ là 294 mg/con/ngày khi bổ sung 5% canxi trong khẩu phần thức ăn cao hơn và khác biệt có

ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với bổ sung 1% canxi (315 mg/con/ngày) hay bổ sung 9% canxi trong khẩu phần thức ăn (302 mg/con/ngày).

**3.4. Chỉ số điều kiện và sự thành thục của ốc bươu đồng nuôi vỗ ở các mức bổ sung hàm lượng khoáng khác nhau**

Kết quả cho thấy sau 3 tháng nuôi vỗ chỉ số tuyến sinh dục sinh dục (GSI) của ốc đực ở nghiệm thức Mi30-W là cao nhất (6,62%) và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với Mi50-W đến Mi90-W (5,68 - 5,91%) hay No.Mi-W là 4,19% (Bảng 4). Trong khi đó, chỉ số thể trạng (131 - 144 mg/g) và hệ số độ béo (44,9 - 46,3%) của ốc đực không có sự khác biệt ở tất cả các nghiệm thức ( $p > 0,05$ , Bảng 4).

**Bảng 4.** Chỉ số thể trạng, hệ số độ béo, tỉ lệ vỏ, tỉ lệ thịt sau sấy và chỉ số tuyến sinh dục của ốc bươu đồng nuôi vỗ ở các mức hàm lượng bổ sung khoáng vào môi trường nước

Chi tiêu		Các mức bổ sung khoáng khác nhau					
		No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W	
Ốc đực	Ngày 1	Sau 3 tháng nuôi vỗ					
	CI (mg/g)	113±13	131±15 <sup>a</sup>	136±17 <sup>a</sup>	141±21 <sup>a</sup>	143±10 <sup>a</sup>	144±11 <sup>a</sup>
	HSĐB (%)	42,8±3,4	44,9±5,1 <sup>a</sup>	45,4±4,5 <sup>a</sup>	46,3±2,3 <sup>a</sup>	46,3±3,0 <sup>a</sup>	46,0±2,3 <sup>a</sup>
	TL.V (%)	29,2±1,9	29,8±1,9 <sup>a</sup>	30,0±3,2 <sup>a</sup>	30,6±2,0 <sup>a</sup>	30,7±1,6 <sup>a</sup>	30,5±1,5 <sup>a</sup>
	TL.TSS (%)	16,6±2,8	17,6±1,5 <sup>a</sup>	17,4±1,2 <sup>a</sup>	17,9±0,7 <sup>a</sup>	17,8±0,7 <sup>a</sup>	17,9±0,7 <sup>a</sup>
	GSI (%)	0,90±0,27	4,19±0,59 <sup>a</sup>	6,62±0,81 <sup>c</sup>	5,91±0,82 <sup>b</sup>	5,70±0,50 <sup>b</sup>	5,68±0,91 <sup>b</sup>
Ốc cái	Ngày 1	Sau 3 tháng nuôi vỗ					
	CI (mg/g)	116±19	142±10 <sup>a</sup>	145±13 <sup>a</sup>	149±19 <sup>a</sup>	149±5 <sup>a</sup>	148±4 <sup>a</sup>
	HSĐB (%)	43,3±4,0	46,0±2,1 <sup>a</sup>	46,2±3,8 <sup>a</sup>	46,3±2,4 <sup>a</sup>	46,1±1,7 <sup>a</sup>	46,4±1,8 <sup>a</sup>
	TL.V (%)	29,6±2,6	29,7±0,7 <sup>a</sup>	30,2±2,2 <sup>a</sup>	30,5±3,0 <sup>a</sup>	30,4±2,4 <sup>a</sup>	30,8±2,2 <sup>a</sup>
	TL.TSS (%)	17,2±2,8	18,3±2,3 <sup>a</sup>	18,3±1,4 <sup>a</sup>	17,9±1,0 <sup>a</sup>	17,8±0,6 <sup>a</sup>	18,1±1,1 <sup>a</sup>
	GSI (%)	1,13±0,37	7,0±0,8 <sup>a</sup>	12,5±3,3 <sup>c</sup>	11,5±2,8 <sup>bc</sup>	10,6±3,1 <sup>bc</sup>	10,2±2,7 <sup>b</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>);

CI - Chỉ số thể trạng, HSĐB - hệ số độ béo, TL.V - tỉ lệ vỏ, TL.TSS - tỉ lệ thịt sau sấy và GSI - chỉ số tuyến sinh dục; số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

Tương tự, sau 3 tháng nuôi vỗ chỉ số tuyển sinh dục sinh dục của ốc bươu đồng cái ở nghiệm thức Mi30-W là cao nhất (12,5%), kế đến Mi50-W (11,5%) và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với No.Mi-W (7,0%). Kết quả cho thấy các mức bổ sung khoáng vào môi trường nước khác nhau không ảnh hưởng đến chỉ số thể trạng, hệ số độ béo, tỉ lệ thịt sau sấy của ốc bươu đồng cái (Bảng 4). Theo nghiên cứu của Chaitanawisuti và cs. (2010) khi ốc hương *Babylonia areolata* ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, photpho: 3%) có tỉ lệ khối lượng vỏ là 26,5%, cao hơn khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 1%, photpho: 3%) là 24,6% hay khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, photpho: 1%) là 25,0%, khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, photpho: 5%) là 25,3%. Nghiên cứu trên ốc nước ngọt *Archachatina marginata*, Oluokun và cs. (2005) chỉ ra rằng tỉ lệ vỏ của ốc đạt 22,4% ốc khi ốc ăn thức ăn chứa 4% canxi và tăng lên tương ứng (23,2% và 23,9%) khi hàm lượng canxi tăng lên 6% và 8%. Một số kết quả nghiên cứu khác cũng cho thấy khi trong môi trường có hàm lượng khoáng cao thì động vật thân mềm sẽ có khuynh hướng phát triển vỏ dày hơn so với khi sống trong môi trường có hàm lượng khoáng thấp hơn (Beeby và Richmond, 2007; Dalesman và Lukowiak,

2013). Kết quả này tương đương với các nghiên cứu trước đây (Glass và Darby, 2009; Dalesman và Lukowiak, 2013) về tăng khối lượng vỏ của động vật thân mềm trong môi trường có hàm lượng khoáng cao. Bên cạnh đó, khi hàm lượng canxi thấp ốc sẽ có vỏ mỏng, có khả năng dễ bị tổn thương hơn do sức chịu đựng của lớp vỏ kém (Zalizniak và cs., 2009; Ngô Thị Thu Thảo và Lê Văn Bình, 2017).

Chỉ số tuyển sinh dục sinh dục (GSI) của ốc khi bổ sung 30 mg/m<sup>3</sup> khoáng vào môi trường nước cao hơn so với các hàm lượng bổ sung khác. Theo Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) cho rằng chỉ số tuyển sinh dục ốc cái 4,08 - 6,92% khi ốc ăn thức ăn xanh (chứa 3,2% đạm và 1,3% canxi) và thức ăn ăn thức ăn viên (chứa 18% đạm và 2,4% canxi). Hàm lượng chất khoáng có vai trò rất quan trọng trong sinh sản, nhất là quá trình tạo trứng (Fournié và Chétail, 1984; Hotopp, 2002; Beeby và Richmond, 2011), theo ghi nhận của Hunter và Lull (1977) thì hàm lượng canxi có ảnh hưởng đến khả năng sinh sản của ốc mẹ và ốc cái sẽ tiêu hao khoáng 20% canxi của cơ thể cho mỗi lần đẻ trứng (Fournié và Chétail, 1982) và hầu hết được canxi lấy từ gan và vỏ của cá thể cái (Fournié và Chétail, 1984).

**Bảng 5.** Tỉ lệ các giai đoạn thành thực của ốc bươu đồng được nuôi vỗ ở các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước

Giai đoạn thành thực	Ban đầu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
		No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Ốc đực		Sau 3 tháng nuôi vỗ				
I	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
II	20,0	8,3	0,0	0,0	10,0	9,1
III	0,0	25,0	20,0	25,0	20,0	18,2
IV	0,0	66,7	80,0	75,0	70,0	72,7
Ốc cái		Sau 3 tháng nuôi vỗ				
I	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
II	10,0	10,0	0,0	0,0	8,3	9,1
III	0,0	20,0	25,0	16,7	8,3	18,2
IV	0,0	70,0	75,0	83,3	83,3	72,7

No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>).

Qua Bảng 5 cho thấy ốc bươu đồng đực và cái bố trí ban đầu tuyến sinh dục chủ yếu phát triển ở giai đoạn I (80,0 - 90,0%) và giai đoạn II (10,0 - 20,0%). Sau 3 tháng nuôi vỗ thì ở các nghiệm thức có bổ sung khoáng vào môi trường nước không còn xuất hiện ốc đực ở giai đoạn I nữa, lúc này ốc ở giai đoạn II, III và IV chiếm đa số. Riêng ốc đực ở nghiệm thức Mi30-W đến Mi50-W sau 3 tháng nuôi vỗ đa số đã chuyển sang giai đoạn IV (đực: 75,0 - 80,0%; cái: 75,0 - 83,3%) và giai đoạn III (đực: 20,0 - 25,0%; cái: 16,7 - 25,0%). Như vậy có thể thấy, việc bổ sung khoáng vào môi trường nuôi đã góp phần cải thiện sự thành thực sinh dục ở ốc bố mẹ.

### 3.5. Các chỉ tiêu về trứng được sinh sản từ ốc bươu đồng mẹ trong quá trình nuôi vỗ ở các hàm lượng khoáng khác nhau

Ở nghiệm thức đối chứng, ốc mẹ cần 44 ngày để sinh ra tổ trứng đầu tiên kết quả này chậm hơn tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) so với các hàm lượng khoáng khác (Mi30-W đến Mi90-W, thời gian tương ứng 42 - 43 ngày). Kết quả từ Bảng 6 cho thấy, tần suất sinh sản (1,08 tổ/tuần/m<sup>2</sup>) và sức sinh sản tổ trứng (0,43 tổ trứng/con cái) của ốc bươu đồng cái sinh ra ở nghiệm thức Mi30-W đạt cao nhất và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với No.Mi-W (0,61 tổ/tuần/m<sup>2</sup>; 0,24 tổ trứng/con cái) hay Mi90-W (0,86 tổ/tuần/m<sup>2</sup>; 0,34 tổ trứng/con cái).

**Bảng 6.** Các kết quả liên quan đến trứng do ốc bươu đồng cái sinh sản ở các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước

Chỉ tiêu theo dõi	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Thời gian xuất hiện tổ trứng (ngày)	44±1 <sup>a</sup>	42±1 <sup>a</sup>	42±2 <sup>a</sup>	42±1 <sup>a</sup>	43±1 <sup>a</sup>
Khả năng sinh sản (tổ trứng/m <sup>2</sup> )	7,3±0,6 <sup>a</sup>	13,0±1,0 <sup>c</sup>	12,3±0,6 <sup>bc</sup>	12,0±1,7 <sup>bc</sup>	10,3±1,2 <sup>b</sup>
Sức sinh sản (tổ trứng/con cái)	0,24±0,02 <sup>a</sup>	0,43±0,03 <sup>c</sup>	0,41±0,02 <sup>bc</sup>	0,40±0,06 <sup>bc</sup>	0,34±0,04 <sup>b</sup>
Tần suất sinh sản (tổ trứng/tuần/m <sup>2</sup> )	0,61±0,05 <sup>a</sup>	1,08±0,08 <sup>c</sup>	1,03±0,05 <sup>bc</sup>	1,00±0,14 <sup>bc</sup>	0,86±0,10 <sup>b</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

Nghiệm thức Mi30-W ốc cái sinh ra tổ trứng có số trứng nhiều nhất (208 trứng/tổ) và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức khác (Bảng 7). Các chỉ tiêu về khối lượng, chiều rộng, chiều cao hay thể tích tổ trứng đều đạt cao nhất ở Mi30-W và thấp nhất ở No.Mi-W và khác biệt không có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) giữa các nghiệm thức. Ở nghiệm thức Mi50-W khối lượng (53,7 mg) và đường kính (4,93 mm) hạt trứng lớn nhất, tuy nhiên không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ( $p > 0,05$ ).

Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) ghi nhận khi ốc ăn thức ăn xanh (có chứa 3,2% đạm và 1,3% canxi) tần suất sinh sản (0,27 tổ/tuần/m<sup>2</sup>) và sức sinh sản (0,02 tổ trứng/con cái) hay sinh sản ra tổ trứng có

số trứng chỉ đạt (166 trứng/tổ; 7,57 g/tổ) và kết quả tăng lên (lần lượt: 1,0 tổ/tuần/m<sup>2</sup>; 0,08 tổ trứng/con cái; 208 trứng/tổ; 10,1 g/tổ) khi ốc ăn thức ăn viên (có chứa 18% đạm và 2,4% canxi). Theo Karamoko và cs. (2014) cho rằng ốc cái *Limicola flammaea* sinh ra 24,0 tổ trứng/con cái (hạt trứng trong tổ trứng: 50,3 hạt/tổ; khối lượng: 0,03g và đường kính hạt trứng: 4,0 mm; thời gian nở: 19,3 ngày) khi ăn thức ăn chứa 1,22% canxi, loài ốc này ăn thức ăn với hàm lượng canxi 12,02% (30,3 tổ/con cái; 148 hạt/tổ; 0,03g và 4,0 mm; 14,0 ngày). Kết quả nghiên cứu cho thấy, ốc ăn thức ăn thấp hơn nhu cầu canxi này có thể sẽ không đáp ứng đủ nhu cầu để phát triển thành thực tạo giao tử ở cả con đực và cái.

**Bảng 7.** Trung bình chỉ tiêu hình thái tổ trứng của ốc bươu đồng được nuôi vỗ ở các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước

Chỉ tiêu theo dõi	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Số trứng/tổ trứng	183±13 <sup>a</sup>	208±4 <sup>b</sup>	190±6 <sup>a</sup>	194±8 <sup>a</sup>	189±2 <sup>a</sup>
Khối lượng (g)	9,62±0,41 <sup>a</sup>	10,58±0,23 <sup>b</sup>	10,09±0,23 <sup>a</sup>	9,93±0,10 <sup>a</sup>	9,71±0,21 <sup>a</sup>
Chiều dài (mm)	38,9±0,3 <sup>a</sup>	40,5±0,4 <sup>b</sup>	39,4±0,7 <sup>a</sup>	39,7±0,4 <sup>ab</sup>	39,1±0,5 <sup>a</sup>
Chiều rộng (mm)	30,0±1,4 <sup>a</sup>	30,9±0,4 <sup>a</sup>	30,7±1,2 <sup>a</sup>	31,0±0,1 <sup>a</sup>	31,4±0,8 <sup>a</sup>
Chiều cao (mm)	27,4±0,4 <sup>a</sup>	28,5±1,8 <sup>a</sup>	27,6±1,1 <sup>a</sup>	28,1±2,1 <sup>a</sup>	28,8±1,3 <sup>a</sup>
Thể tích (cm <sup>3</sup> )	32,4±1,8 <sup>a</sup>	35,9±2,3 <sup>a</sup>	33,7±3,0 <sup>a</sup>	34,9±2,6 <sup>a</sup>	35,8±2,6 <sup>a</sup>
Khối lượng hạt trứng (mg)	53,0±4,5 <sup>a</sup>	51,0±3,5 <sup>a</sup>	53,7±5,8 <sup>a</sup>	50,5±5,3 <sup>a</sup>	51,8±3,4 <sup>a</sup>
Đường kính trứng (mm)	4,91±0,28 <sup>a</sup>	4,92±0,33 <sup>a</sup>	4,92±0,29 <sup>a</sup>	4,87±0,32 <sup>a</sup>	4,93±0,29 <sup>a</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

Trứng ốc bươu đồng được thu từ các bể nuôi vỗ ở các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước, các chỉ tiêu liên quan đến quá trình nở của trứng được trình bày ở Bảng 8. Kết quả cho thấy tỉ lệ nở của trứng đạt rất cao (86,0 - 90,0%), Trung bình tỉ lệ nở của trứng từ ốc mẹ được nuôi vỗ ở nghiệm thức Mi50-W đạt 90,0%,

kể đến là Mi30-W (89,5%) và khác biệt có ý ( $p > 0,05$ ) so với nghiệm thức No.Mi-W (86,0%). Các chỉ tiêu như thời gian nở (17,5 - 17,9 ngày), tốc độ nở (3,44 - 3,71 ngày), chiều cao (4,14 - 4,18 mm) và khối lượng (24,9 - 25,1 mg) ốc mới nở không có sự khác biệt giữa các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước ( $p > 0,05$ ).

**Bảng 8.** Trung bình tỉ lệ nở, thời gian nở, tốc độ nở của trứng ốc bươu đồng ở các hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào môi trường nước

Chỉ tiêu theo dõi	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-W	Mi30-W	Mi50-W	Mi70-W	Mi90-W
Tỉ lệ nở (%)	86,0±2,0 <sup>a</sup>	89,5±1,3 <sup>b</sup>	90,0±1,5 <sup>b</sup>	88,1±1,9 <sup>ab</sup>	87,9±0,4 <sup>ab</sup>
Thời gian xuất hiện ốc con (ngày)	17,8±0,7 <sup>a</sup>	17,5±0,3 <sup>a</sup>	17,8±0,1 <sup>a</sup>	17,8±0,5 <sup>a</sup>	17,9±0,2 <sup>a</sup>
Thời gian nở (ngày)	21,2±0,4 <sup>a</sup>	21,0±0,6 <sup>a</sup>	21,2±0,4 <sup>a</sup>	21,5±0,5 <sup>a</sup>	21,5±0,1 <sup>a</sup>
Tốc độ nở (ngày)	3,44±0,30 <sup>a</sup>	3,45±0,33 <sup>a</sup>	3,46±0,29 <sup>a</sup>	3,71±0,16 <sup>a</sup>	3,60±0,14 <sup>a</sup>
Khối lượng ốc mới nở (mg)	25,1±0,3 <sup>a</sup>	25,0±0,3 <sup>a</sup>	24,9±0,1 <sup>a</sup>	24,9±0,2 <sup>a</sup>	25,0±0,3 <sup>a</sup>
Chiều cao ốc mới nở (mm)	4,15±0,03 <sup>a</sup>	4,16±0,05 <sup>a</sup>	4,18±0,03 <sup>a</sup>	4,14±0,01 <sup>a</sup>	4,15±0,02 <sup>a</sup>

Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). No.Mi-W (Đối chứng không bổ sung khoáng); Mi30-W (Bổ sung khoáng 30 mg/m<sup>3</sup>); Mi50-W (Bổ sung khoáng 50 mg/m<sup>3</sup>); Mi70-W (Bổ sung khoáng 70 mg/m<sup>3</sup>) và Mi90-W (Bổ sung khoáng 90 mg/m<sup>3</sup>); số liệu là số trung bình ± sai số chuẩn.

#### 4. KẾT LUẬN

Sau 90 ngày nuôi vỗ, khối lượng, chiều cao và chiều rộng của ốc bươu đồng ở nghiệm thức Mi30-W đạt cao hơn so với các nghiệm thức tMi50-W, Mi50-W và Mi90-W hay nghiệm thức đối chứng (No.Mi-W). Tỷ lệ sống của ốc bươu đồng dao động trong khoảng 70,0% đến 74,4%. Ốc bươu đồng bố mẹ nuôi vỗ trong môi trường nước có bổ sung Pro Mix ở hàm lượng 30 mg/m<sup>3</sup> có hệ số thành thực và hiệu quả sinh sản cao hơn so với nghiệm thức bổ sung 90 mg/m<sup>3</sup> khoáng hay nghiệm thức đối chứng (không bổ sung khoáng).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### 1. Tài liệu tiếng Việt

- Võ Xuân Chu. (2011). *Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học và thử nghiệm sinh sản ốc bươu đồng (Pila polita)*. Luận văn Cao học Chuyên ngành Sinh học Thực nghiệm. Trường Đại học Tây Nguyên.
- Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo. (2017). Ảnh hưởng của thức ăn và tỷ lệ giới tính đến kết quả nuôi vỗ ốc bươu đồng (*Pila polita*). *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 7, 101-111.
- Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo. (2020). Đặc điểm phát triển tuyến sinh dục và chu kỳ sinh sản của ốc bươu đồng (*Pila polita*) phân bố ở một số tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(11), 938-947.
- Ngô Thị Thu Thảo và Lê Văn Bình (2017). Hiệu quả của việc bổ sung canxi vào thức ăn trong quá trình ương giống ốc bươu đồng (*Pila polita*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 52b, 70-77.

##### 2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Ani, A.O., Ogbu, C.C., Elufidipe, C.O., & Ugwuowo, L.C. (2013). Growth performance of african giant land snail (*Achatina achatina*) fed varying dietary protein and energy levels. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(20), 184-190.
- Beeby, A., & Richmond, L. (2007). Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus aspersus*. *The Journal of Molluscan Studies*,

- 73(1), 105-112. DOI:10.1093/mollus/eym002.
- Beeby, A., & Richmond, L. (2011). Magnesium and the Deposition of Lead in the Shell of Three Populations of the Garden Snail *Cantareus aspersus*. *Environmental Pollution*, 159(6), 1667-1672. DOI:10.1016/j.envpol.2011.02.040.
- Chaitanawisuti, N., Sungsin, T. & Piyatiratitivorakul, S. (2010). Effects of dietary calcium and phosphorus supplementation on the growth performance of juvenile spotted babylon *Babylonia areolata* culture in a recirculating culture system. *Aquaculture International*, 18(3), 303-313. DOI:10.1007/s10499-009-9244-8.
- Chandra, A.K., Sengupta, P., Goswami, H., & Sarkar, M. (2013). Effects of Dietary Magnesium on Testicular Histology, Steroidogenesis, Spermatogenesis and Oxidative Stress Markers in Adult Rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51(1), 37-47.
- Coote, T.A., Hone, P.W. Kenyon, R. & Maguire, G.B. (1996). The effect of different combinations of dietary calcium and phosphorus on the growth of juvenile *Haliothis laevigata*. *Aquaculture*, 145(1-4), 267-279. DOI:10.1016/S0044-8486(96)01303-8.
- Coote, T.A., Hone, P.W. Kenyon, R. & Maguire, G.B. (1996). The effect of different combinations of dietary calcium and phosphorus on the growth of juvenile *Haliothis laevigata*. *Aquaculture*, 145(1-4), 267-279. DOI:10.1016/S0044-8486(96)01303-8.
- Dalesman, S., & Lukowiak, K. (2013). Effect of acute exposure to low environmental calcium on respiration and locomotion in *Lymnaea stagnalis*. *The Journal of Experimental Biology*, 213, 1471-1476. DOI:10.1242/jeb.040493.
- Drapała, T. (1986). *Chemia Ogólna Nieorganiczna*; Pwn: Warszawa, Poland.
- Emelue, G.U., & Omonzogbe, E.A. (2018). Growth Performance of African Giant Land Snails (*Archachatina marginata*) Fed with Feed Formulated with Different Calcium Sources. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, 2(1), 1-4. DOI: 10.26480/mjsa.01.2018.01.04.
- Fournie, J., & Chetail, M. (1982). Evidence for a mobilization of calcium reserves for reproduction requirements in *Deroceras*

- reticulatum* (Syn: *Agriolimax reticulatus*). *Malacologia*, 22, 285-291.
- Fournie, J., & Chetail, M. (1984). Calcium dynamics in land gastropods. *American Zoologist*, 24, 857-870.
- Gaál, K.K., Sáfár, O., Gulyás, L., & Stadler, P. (2004). Magnesium in Animal Nutrition. *Journal of the American College of Nutrition*, 23, 754s-757s. DOI: 10.1080/07315724.2004.10719423.
- Glass, N.H., & Darby, P.C. (2009). The effect of calcium and pH on Florida apple snail, *Pomacea paludosa*, shell growth and crush weight. *Aquatic Ecology*, 43, 1.085-1.093. DOI:10.1007/s10452-008-9226-3.
- Gosling, E. (2004). *Bivalve molluscs: Biology, ecology and culture*. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science.
- Gouveia, A.R., Pearce-Kelly, P., Quicke, D.L.J., & Leather, S.R. (2011). Effects of different calcium concentrations supplemented on the diet of *Partula gibba* on their morphometric growth parameters, Weight and Reproduction Success. *Malacologia*, 54 (1-2), 139-146. DOI:10.4002/040.054.0105.
- Greenaway, P. (1971). Calcium regulation in the freshwater snail *Limnaea stagnalis* (Gastropoda): I the effect of internal and external calcium concentration. *Journal of Experimental Biology*, 54(3), 609-20. DOI:10.1242/jeb.54.3.609.
- Hotopp, K.P. (2002). Land Snails and Soil Calcium in Central Appalachian Mountain Forest. *Southeastern Naturalist*, 1(1), 27-44.
- Hunter, R.D., & Lull, W.W. (1977). Physiologic and environmental factors influencing the calcium-to-tissue ratio in populations of three species of freshwater pulmonate snails. *Oecologia*, 29, 205-218. DOI:10.1007/BF00345695.
- Huskinson, E., Maggini, S., & Ruf, M. (2007). The Roles of Vitamins and Mineral in Energy Metabolism and Well-being. *The Journal of international medical research*. 35(3), 277-289. DOI: 10.1177/147323000703500301.
- Ireland, M.P. (1991). The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 98(1), 111-116. DOI:10.1016/0300-9629(91)90587-3.
- Ireland, M.P. (1991). The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 98(1), 111-116. DOI: 10.1016/0300-9629(91)90587-3.
- Ireland, M.P. (1993). The effect of diamox at two dietary calcium levels on growth, shell thickness and distribution of Ca, Mg, Zn, Cu, P in the tissues of the snail *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 104(1), 21-28. DOI: 10.1016/0742-8413(93)90105-T.
- Ireland, M.P., & Marigomez, I. (1992). The influence of dietary calcium on the tissue distribution of Cu, Zn, Mg and P and histological changes in the digestive gland cells in the snail *Achatina fulica*. *Journal of Molluscan Studies*, 58, 157-168.
- Jatto, O.E., Asia, I.O., & Medjor, W.E. (2010). Proximate and Mineral Composition of Different Species of Snail Shell. *Pacific Journal of Science and Technology*, 11, 416-419.
- Karamoko M. (2009). *Étude de la biologie, de l'écologie et du comportement d'un escargot terrestre d'intérêt économique, Limicolaria flammea*. Docteur de L'Université de Cocody-Abidjan.
- Karamoko, M., Sika Piba, N.A., Ouattara, S., Otchoumou, A., & Kouassi, K.P. (2014). Effets du calcium alimentaire sur les paramètres de reproduction de l'escargot *Limicolaria flammea*, en élevage hors-sol. *Afrique science*, 10(4), 245 - 256.
- Karmanska, A., Stanczak, A., & Karwowski, B. (2015). Magnez Aktualny Stan Wiedzy. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 4, 677-689.
- Le Van Binh and Ngo Thi Thu Thao. (2019). Effects of Calcium Levels in Artificial Pellet Feed on the Growth and Survival Rate of Black Apple Snails (*Pila polita*). *Vietnam Journal of Agricultural Sciences (VJAS)*, 2(2), 387-396. DOI: 10.31817/vjas.2019.2.2.04.
- Lee, S., Jeon, M.J., & Kim, D.H. (1999). Effect of Supplemental Vitamin and/or Mineral Premixes in the Formulated Diets on Growth of Juvenile Abalone (*Haliotis discus hannai*). *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(4), 391-394.
- Lovell, R.T. (1989) Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. DOI:10.1007/978-1-4757-1174-5.

- Lovell, R.T. (1989). *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand-Reinhold, New York.
- Oluokun, J.A., Omole, A.J., & Fapounda, O. (2005). Effects of increasing the level of calcium supplementation in the diets of growing snail on performance characteristics. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(1), 76-79.
- Pu, F., Chen, N., & Xue, S. (2016). Calcium Intake, Calcium Homeostasis and Health. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 8-16. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.01.001.
- Richard, C.B., & Gary, J.B. (2003). *Invertebrates*. Second Edition. Sinauer Associates has become an imprint of Oxford University Press. Sunderland, Massachusetts.
- Rubin, H. (1975). Central Role for Magnesium in Coordinate Control of Metabolism and Growth in Animal Cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 72(9), 3551-3555. DOI: 10.1073/pnas.72.9.3551.
- Rygało-Galewska, A., Zglińska, K., Roguski, M., Roman, K., Bendowski, W., Bień, D., & Niemiec, T. (2023) Effect of Different Levels of Calcium and Addition of Magnesium in the Diet on Garden Snails' (*Cornu aspersum*) Condition, Production, and Nutritional Parameters. *Agriculture*, 13, 2055. DOI:10.3390/agriculture13112055.
- Tan, B., Mai, K., & Liufu, Z. (2001). Response of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai*, to dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio. *Aquaculture*, 198(1), 141-158. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00595-0.
- Tan, B., Mai, K., & Liufu, Z. (2001). Response of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai*, to dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio. *Aquaculture*, 198(1), 141-158. DOI:10.1016/S0044-8486(00)00595-0.
- Thanathip, L., & Dechnarong, P. (2017). Study on gonadosomatic index of Thai native apple snail *Pila ampullacea* in the rice fields of Srimuang-mai District, Ubon Ratchathani and effect of diet on the growth of juveniles. *Journal of Fisheries and Environment*, 41(1), 27-36.
- Thomas, J.D., & Lough, A. (1974). The effects of external calcium concentration on the rate of uptake of this ion by *Biomphalaria glabrata* (Say). *Journal of Animal Ecology*, 43(3), 861-871.
- Wacker, A., & Baur, B. (2004). Effects of protein and calcium concentrations of artificial diets on the growth and survival of the land snail *Arianta arbustorum*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 46(1), 47-53. DOI:10.1080/07924259.2004.9652605.
- Zalizniak, L., Kefford, B.J., & Nugegoda, D. (2009). Effects of different ionic compositions on survival and growth of *Physa acuta*. *Aquatic Ecology*, 43(1), 145-156. DOI:10.1007/s10452-007-9144-9.