

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC BỔ SUNG KHOÁNG VÀO THỨC ĂN ĐẾN KẾT QUẢ NUÔI VỐ ỐC BƯƠU ĐỒNG (*Pila polita* Deshayes, 1830)

Lê Văn Bình*, Trần Nguyễn Duy Khoa, Ngô Thị Thu Thảo

Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ: lvbinh654@gmail.com

Ngày nhận bài: 19.11.2024

Ngày chấp nhận đăng: 19.02.2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung khoáng vào thức ăn lên hiệu quả sinh sản của ốc bươu đồng trong quá trình nuôi vỗ. Ốc bố mẹ có chiều cao vỏ trung bình từ 37,5-42,6mm (tương đương 75 ngày tuổi) được nuôi vỗ trong bể lót bạt (kích thước 1 × 1 × 1m) với mật độ 60 con/bể (tỉ lệ đực : cái là 1 : 1). Thức ăn được bổ sung khoáng Pro Mix với 5 mức hàm lượng khoáng khác nhau, với 3 lần lặp lại: (1) Đối chứng (No.Mi-F); (2) 3% khoáng (Mi3-F); (3) 5% khoáng (Mi5-F); (4) 7% khoáng (Mi7-F) và (5) 9% khoáng (Mi9-F). Kết quả cho thấy, hệ số thành thực (GSI) của ốc bươu đồng ở Mi5-F là cao nhất (6,50% - đực; 14,1% - cái) và khác biệt ($P < 0,05$) so với No.Mi-F (3,66% - đực; 6,1% - cái). Ốc bươu đồng nuôi vỗ ở nghiệm thức Mi7-F có tần suất sinh sản 1,00 tổ/tuần/m² và sức sinh sản (0,53 tổ trứng/con cái), kế đến là Mi5-F (0,92 tổ/tuần/m²; 0,49 tổ trứng/con cái) và khác biệt ($P < 0,05$) so với ốc bươu đồng ở nghiệm thức No.Mi-F (0,65 tổ/tuần/m²; 0,34 tổ trứng/con cái). Kết quả nghiên cứu khẳng định, việc bổ sung khoáng vào thức ăn nuôi vỗ ở mức 5% (Mi5-F) đã nâng cao tỷ lệ thành thực sinh dục, hiệu quả sinh sản của ốc so với các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác.

Từ khóa: Bổ sung khoáng vào thức ăn, ốc bươu đồng, sinh sản, sinh trưởng, tỷ lệ sống.

Effects of Mineral Supplementation in Feed on the Reproductive Efficiency of Black Apple Snail (*Pila polita* Deshayes, 1830)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of mineral supplementation in feed on the reproductive efficiency of black apple snail (*Pila polita*) during maturity cultivation. Snail broodstocks (height: 37.5 - 42.6 mm/ind; equivalent to 75 days of age) were reared in the tarpaulin tanks (1 × 1 × 1m) at a density of 60 ind./tank (the ratio of male: female was 1: 1). The food was supplemented with Pro Mix minerals at five different levels: (1) Control without Pro Mix supplementation (No.Mi-F); (2) 3% minerals (Mi3-F); (3) 5% minerals (Mi5-F); (4) 7% minerals (Mi7-F) and (5) 9% minerals (Mi9-F). After 120 days of culture, the Gonadosomatic Index (GSI) of snails was highest in Mi5-F (6.50% in female; 14.1% in male) and significantly different ($P < 0.05$) compared to No.Mi-F (3.66%; 6.10%). In Mi7-F treatment, the broodstocks showed spawning frequency of 1.00 clutch/week/m² and a fecundity of 0.53 clutch/female, followed by Mi5-F (0.92 clutch/week/m²; 0.49 clutch/female) and were different ($P < 0.05$) from the No.Mi-F treatment (0.65 clutch/week/m²; 0.35 clutch/female). The study results indicated that the addition of Pro Mix to feed at a level of 5% minerals significantly enhanced GSI and the reproductive efficiency of the black apple snails.

Keywords: Black apple snail, growth, mineral supplements into feed, spawning, survival rate.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu việc bổ sung khoáng của động vật thủy sản, đặc biệt trên cá và giáp xác khá phong phú, tuy nhiên trên động vật thân mềm còn rất hạn chế. Cheng & cs. (2006) đề xuất rằng tỷ lệ Ca : P nên được xem xét trong khẩu

phần ăn của động vật thủy sản. Trong thành phần cấu tạo của vỏ ốc có chứa khoáng chất (canxi, phospho, magie, kali, kẽm, đồng) do đó ốc cần hấp thu và sử dụng những khoáng chất này để duy trì trạng thái cân bằng axit - bazơ, đồng thời góp phần quan trọng cho sự hình thành vỏ, hỗ trợ quá trình tăng trưởng (Emelue

& Omonzogbe, 2018; Rygała-Galewska & cs., 2023). Ngoài ra, các loại khoáng chất còn đóng vai trò trong việc tạo trứng trong giai đoạn sinh sản của ốc cái (Jatto & cs., 2010; Hotopp, 2002; Beeby & 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 và hoạt động thần kinh (Pu & cs., 2016), quá trình sinh hóa tạo ra năng lượng tế bào (Huskinson & cs., 2007). Phospho 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. Sự thiếu hụt phospho có thể xuất hiện ở hầu hết các loài (Lovell, 1989; Coote & 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 (Karmanska & cs., 2015). Nguyên tố này 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 & cs., 2004; Chandra & cs., 2013).

Theo ghi nhận của Tan & cs. (2001) cho thấy bào ngư *Halotis discus hannai* có nhu cầu về phospho (0,5-1%) để sinh trưởng khối lượng, phát triển chiều dài và sử dụng thức ăn tốt hơn so với nhu cầu phospho cao từ 1,5-2%. Đối với ốc bươu đồng (*Pila polita*) nuôi vỗ, theo Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2019) cho rằng ốc ăn thức ăn viên có chứa hàm lượng canxi 5% (tương đương tỉ lệ Ca : P là 7,21 : 1) đã cho kết quả thành thực sinh dục (6,3% con đực; 13,0% con cái) và hiệu quả sinh sản (13,3 tổ/m²; 1,11 tổ/tuần/m²; 0,44 tổ/con cái) cao hơn so với các hàm lượng canxi khác bổ sung vào thức ăn để nuôi vỗ. Trong sản xuất giống ốc bươu đồng, với mật độ ương rất cao từ 200.000 đến 240.000 ốc giống/m² (Ngô Thị Thu Thảo & Lê Văn Bình, 2020), việc cung cấp thức ăn được bổ sung với hàm lượng canxi và khoáng chất là rất cần thiết để đáp ứng cho quá trình tạo vỏ và thúc đẩy sinh trưởng, sinh sản của ốc. Vì vậy, việc bổ sung khoáng vào thức ăn 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. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Sau khi nuôi 80 ngày tuổi, ốc có chiều cao vỏ từ 37,5 đến 42,6mm được sử dụng cho thí nghiệm, được bố trí trong bể bạt có kích thước (1 × 1 × 1m) 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 8-10cm), giá thể nylon (2 chùm/bể), chiều cao cột nước trong bể nuôi vỗ duy trì ở mức 40cm. 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 × 0,3m và bố trí hai chùm rễ cây lục bình/tấm xốp). Ốc được nuôi vỗ với mật độ 60 con/m² trong thời gian 120 ngày với tỷ lệ đực : cái tương đương nhau. Thí nghiệm được bố trí với 5 nghiệm thức tương ứng với 5 hàm lượng khoáng khác nhau bổ sung vào thức ăn là: (1) Đối chứng (No.Mi-F); (2) 3% khoáng (Mi3-F); (3) 5% khoáng (Mi5-F); (4) 7% khoáng (Mi7-F) và (5) 9% khoáng (Mi9-F), mỗi nghiệm thức với 3 lần lặp lại.

Các nguyên liệu chính sử dụng để phối trộn thức ăn cho ốc bao gồm: bột cá, bột đậu nành, bột mì tinh, dầu thực vật, canxi carbonate (99,0% hàm lượng CaCO₃), vitamin, khoáng hữu cơ - PRO MIX (Công ty TNHH Sinh học Tôm Vàng) và CMC. Thức ăn cho ốc được phối chế thành dạng mịn từ các nguyên liệu bột cá, bột đậu nành ly trích (hấp chín), bột mì tinh, canxi carbonate, khoáng hữu cơ, kết dính (CMC - Carboxymethyl Cellulose) và dầu nành. Cân nguyên liệu theo tỉ lệ, hỗn hợp bột cá, canxi, premix khoáng/vitamin và kết dính cho vào trước và trộn đều (trộn khô), sau khi bánh dầu đậu nành hấp chín để nguội lại (còn 40-50°C) trộn vào nguyên liệu khô cùng với dầu nành (trộn ướt). Lượng thức ăn được tính trên khối lượng ốc (ở mức 1-2% khối lượng cơ thể) và được điều chỉnh 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 khoảng 30-40%.

**Bảng 1. Thành phần nguyên liệu
và thành phần hóa học của thức ăn thí nghiệm** (tính theo % khối lượng khô)

Nghiem thức	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
Thành phần nguyên liệu (%)					
Bột cá ¹	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Bánh dầu đậu nành ²	31,42	31,43	31,45	31,48	31,50
Bột mì tinh ³	40,97	37,96	35,94	33,91	31,89
Dầu thực vật	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vitamine ⁴	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Khoáng ⁵	0,00	3,00	5,00	7,00	9,00
CMC	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Canxi	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61
Thành phần hóa học của thức ăn (%)					
Đạm thô	28,1	27,9	28,3	28,0	28,4
Chất béo thô	2,70	2,77	2,59	2,94	2,76
NFE	40,41	41,49	39,31	38,58	36,97
Tro thô	9,88	10,3	11,0	11,6	12,2
Xơ thô	2,79	2,55	3,04	3,01	3,18
Ẩm độ	9,67	8,31	8,83	8,64	8,93
Canxi	5,03	5,05	5,12	5,26	5,32
Phospho	1,09	1,18	1,31	1,41	1,52
Magie	0,094	0,114	0,126	0,133	0,136
Natri	0,233	0,337	0,378	0,427	0,581
Năng lượng					
Năng lượng (Kcal/g)	3,98	3,85	3,77	3,68	3,60
Tỉ lệ đạm/năng lượng (%)	62,88	64,9	66,34	67,86	69,44
Tỷ lệ khoáng					
Ca : P	4,61	4,27	3,90	3,73	3,50
Ca : Mg	53,51	44,29	40,63	39,54	38,23
Ca : Na	21,58	14,98	13,54	12,31	9,15

Ghi chú: ¹: Bột cá Kiên Giang (Việt Nam): Canxi: 6,54%; Phospho: 3,87%; Natri: 19.717 mg/kg; Magie: 1.981 mg/kg; ²: Bánh dầu đậu nành ly trích (Argentina): Canxi: 0,181%; Phospho: 0,64%; Natri: 2.820 mg/kg; Magie: 467 mg/kg; ³: Bột mì tinh: Canxi: 0,066%; Phospho: < 0,12%; Natri: 49,1 mg/kg; Magie: < 100 mg/kg; ⁴: Vitamine: Vitamin A (2.000.000IU); Vitamin D (400.000IU); Vitamin E (6g); Vitamin B1 (800mg); Vitamin B2 (800mg); Vitamin B12 (2mg) và ⁵: Khoáng: Canxi (min-max): 185-200 g/kg; Phospho (min-max): 50.000-50.500 mg/kg; Natri (min-max): 1.850-2.100 mg/kg; Kali (min-max): 950-1.100mg/kg; Magie (min-max): 80.000-85.500 mg/kg; Mangan (min-max): 450-500 mg/kg.

2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Các yếu tố môi trường: Đo nhiệt độ vào lúc 7 giờ sáng và 14 giờ chiều bằng nhiệt kế; đo độ kiềm, pH (bằng bộ test SERA-Germany)/ 15 ngày/lần.

Chỉ tiêu sinh học: Xác định số lượng ốc còn sống hàng tháng trong bể để xác định tỉ lệ sống (ốc đẻ, 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 0,01mm) 20 con của từng bể:

Tăng trưởng khối lượng, chiều cao và chiều rộng ốc bươu đồng.

Tỷ lệ sống của ốc bươu đồng đực hay ốc bươu 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 bươu đồng ăn (g); P: Khối lượng ốc bươu đồng gia tăng (g).

Lượng ăn thức ăn (FI) được xác định = $\{[(\text{Tổng số thức ăn cho ăn})/(\text{Số ốc bố trí} + \text{Số ốc kết thúc})]/2\} \times \text{thời gian nuôi vỗ ốc bươu đồng}$ (Đơn vị tính: mg/con/ngày).

Kích thước tổ trứng ốc bươu đồng được xác định các chỉ tiêu như sau: khối lượng, số hạt trứng/tổ (tách ra 5 hạt trứng/tổ trứng để cân; Khối lượng tổ trứng ốc bươu 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 bươu đồng bố mẹ.

Năng suất sinh sản (tổ trứng/bể nuôi vỗ): Tổng số tổ trứng trong 1m^2 bể nuôi vỗ ốc bươu đồng.

Sức sinh sản của con cái nuôi vỗ (tổ trứng/con cái) = Tổng số tổ trứng trong bể nuôi vỗ (tổ)/Số ốc cái trong bể nuôi vỗ (con)

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

Tần suất sinh sản của ốc bươu đồng cái sinh ra (tổ trứng/tuần/ m^2): Số tổ trứng ốc cái bươu đồng sinh ra/tuần.

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/bể để kiểm tra các chỉ tiêu sau:

Hệ số thành thực được xác định (GSI, %) =

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

Xác định hệ số độ béo (%) = $[\text{Khối lượng thịt (g)}/\text{Khối lượng tổng (g)}] \times 100$. (Kim & cs., 2016).

Chỉ số thể trạng (CI, mg/g) = $(\text{DW}_s/\text{DW}_v) \times 1.000$; Trong đó: DW_v : Khối lượng vỏ ốc tươi (g); DW_s : Khối lượng thịt được sấy khô ở 60°C sau 24 giờ (g).

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

2.3. Xử lý số liệu

Sử dụng Microsoft Excel 2019 để tính các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn từ các số liệu thu thập được. Phân tích ANOVA một nhân tố trong phần mềm SPSS 22.0 được sử dụng để so sánh thống kê các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức (ở mức $P < 0,05$) bằng phép thử Duncan; các số liệu phần trăm (%) được chuyển đổi arsin trước khi thực hiện xử lý thống kê

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Biến động các yếu tố môi trường

Các yếu tố môi trường bao gồm nhiệt độ sáng, nhiệt độ chiều, pH và độ kiềm nằm trong khoảng phù hợp cho sự phát triển và sinh sản của ốc bươu đồng (Bảng 2).

3.2. Tỷ lệ sống và tăng trưởng của ốc bươu đồng bố mẹ nuôi vỗ ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau

Tỷ lệ sống của ốc bươu đồng ở nghiệm thức Mi3-F đạt cao nhất (73,3%), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$) so với các nghiệm thức khác (Bảng 3).

Sau 4 tháng nuôi vỗ, tăng trưởng trung bình (khối lượng, chiều cao và chiều rộng) của ốc bươu đồng đạt cao nhất ở Mi5-F (35,2g; 58,9mm và 42,3mm) và khác biệt so với các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác ($P < 0,05$).

Ảnh hưởng của các mức bổ sung khoáng vào thức ăn đến kết quả nuôi vỗ ốc bươu đồng (*Pila polita* Deshayes, 1830)

Bảng 2. Giá trị trung bình của các yếu tố môi trường trong bể nuôi vỗ ốc bươu đồng ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
Nhiệt độ sáng ($^{\circ}\text{C}$)	25,5 ^a $\pm$ 0,8	25,5 ^a $\pm$ 0,7	25,5 ^a $\pm$ 0,7	25,5 ^a $\pm$ 0,7	25,5 ^a $\pm$ 0,7
Nhiệt độ chiều ($^{\circ}\text{C}$)	28,4 ^a $\pm$ 0,8	28,3 ^a $\pm$ 0,5	28,4 ^a $\pm$ 0,6	28,4 ^a $\pm$ 0,8	28,2 ^a $\pm$ 0,7
pH	7,73 ^a $\pm$ 0,06	7,77 ^a $\pm$ 0,10	7,84 ^a $\pm$ 0,07	7,80 ^a $\pm$ 0,11	7,84 ^a $\pm$ 0,05
Kiểm (mg CaCO_3/l)	67,9 ^a $\pm$ 0,6	68,2 ^a $\pm$ 1,7	68,9 ^a $\pm$ 1,5	69,2 ^a $\pm$ 1,0	69,6 ^a $\pm$ 1,1

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3. Tỷ lệ sống, khối lượng, chiều cao và chiều rộng ốc bươu đồng lúc bắt đầu và sau 4 tháng nuôi vỗ ở các hàm lượng bổ sung khoáng khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
Tỷ lệ sống (%)	71,7 ^a $\pm$ 1,7	73,3 ^a $\pm$ 1,7	72,8 ^a $\pm$ 2,5	72,2 ^a $\pm$ 1,9	72,2 ^a $\pm$ 2,5
Khối lượng					
Ngày 1 (g)	13,8 ^a $\pm$ 0,1	13,7 ^a $\pm$ 0,2	13,7 ^a $\pm$ 0,1	13,8 ^a $\pm$ 0,1	13,7 ^a $\pm$ 0,1
Ngày 120 (g)	32,2 ^a $\pm$ 0,3	34,5 ^c $\pm$ 0,2	35,2 ^d $\pm$ 0,2	34,5 ^c $\pm$ 0,3	33,3 ^b $\pm$ 0,3
Chiều cao					
Ngày 1 (mm)	39,9 ^a $\pm$ 0,1	40,0 ^a $\pm$ 0,2	39,9 ^a $\pm$ 0,1	40,0 ^a $\pm$ 0,1	40,0 ^a $\pm$ 0,2
Ngày 120 (mm)	56,8 ^a $\pm$ 0,2	58,0 ^c $\pm$ 0,1	58,9 ^d $\pm$ 0,3	58,2 ^c $\pm$ 0,2	57,5 ^b $\pm$ 0,4 ^b
Chiều rộng					
Ngày 1 (mm)	29,1 ^a $\pm$ 0,1	29,1 ^a $\pm$ 0,2	29,0 ^a $\pm$ 0,1	28,9 ^a $\pm$ 0,2	29,0 ^a $\pm$ 0,3
Ngày 120 (mm)	41,1 ^a $\pm$ 0,2	41,7 ^c $\pm$ 0,2	42,3 ^d $\pm$ 0,3 ^d	41,4 ^{bc} $\pm$ 0,2	41,1 ^b $\pm$ 0,3

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 4. Hệ số thức ăn (FR) và lượng ăn (FI-mg/con/ngày) của ốc bươu đồng bố mẹ nuôi vỗ ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
FR	1,38 ^b $\pm$ 0,02	1,33 ^{ab} $\pm$ 0,06	1,30 ^a $\pm$ 0,01	1,34 ^{ab} $\pm$ 0,02	1,39 ^b $\pm$ 0,04
FI	294 ^a $\pm$ 6	303 ^{ab} $\pm$ 4	314 ^b $\pm$ 5	309 ^b $\pm$ 10	303 ^{ab} $\pm$ 8

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.3. Hệ số thức ăn và lượng ăn của ốc bươu đồng bố mẹ nuôi vỗ ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau

Hệ số thức ăn (FR) dao động trong khoảng 1,30-1,39 và khác biệt ($P < 0,05$) giữa các hàm

lượng bổ sung khoáng khác nhau (Bảng 4), cao nhất ở thức ăn bổ sung 9% khoáng hay không bổ sung khoáng (1,39), thấp nhất là ở 5% khoáng (1,30).

Lượng ăn ở các nghiệm thức dao động trung bình từ 294-314 mg/con/ngày (Bảng 4) và cao

nhất khi cho ăn thức ăn có bổ sung 5% khoáng (314 mg/con/ngày) và khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với No.Mi-F (294 mg/con/ngày) hay Mi9-F (303 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

Sau 4 tháng nuôi vỗ (Bảng 5), chỉ số thể trạng của ốc bươu đồng đực và cái không có sự khác biệt ở tất cả các nghiệm thức ($P > 0,05$) và nằm trong khoảng 133-141 mg/g. Chỉ số tuyến sinh dục của ốc ở nghiệm thức Mi5-F (Bảng 5) là cao nhất (6,50% - đực; 14,1% - cái) và khác biệt ($P < 0,05$) so với No.Mi-F (3,66% - đực; 6,1% - cái).

3.5. Các chỉ tiêu về trứng được sinh sản từ ốc bươu đồng mẹ được nuôi vỗ với các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau

Ở nghiệm thức Mi7-F ốc mẹ sinh ra tổ trứng sau 39 ngày sớm hơn ($P < 0,05$) so với No.Mi (44 ngày). Ở nghiệm thức Mi7-F, tần suất sinh sản 1,00 tổ/tuần/m² và sức sinh sản 0,53 tổ trứng/con cái/đợt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 6).

Ở nghiệm thức Mi3-F, ốc cái sinh sản ra tổ

trứng có số trứng nhiều nhất (213 trứng/tổ) và khối lượng tổ trứng lớn nhất (9,97 g/tổ), kể đến là Mi5-F (211 trứng/tổ; 9,80 g/tổ) và khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với No.Mi-F (183 trứng/tổ; 8,36 g/tổ); tuy nhiên, chỉ tiêu này ở các nghiệm thức có bổ sung khoáng từ 3-9% (Bảng 7) khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$).

4. THẢO LUẬN

Kết quả các thí nghiệm cho thấy biến động trung bình nhiệt độ đều trong phạm vi thích hợp cho ương giống và nuôi ốc bươu đồng, mặc dù chênh lệch nhiệt độ sáng và chiều ở mức từ 1,1-3,9°C nhưng có thể đã không ảnh hưởng đến sinh trưởng, hoạt động sống và sinh sản của ốc bươu đồng. Trong các nghiên cứu đã thực hiện trước đây, nhiệt độ buổi sáng thấp nhất 22,5°C, buổi chiều 33,5°C trong khoảng tương đối thích hợp cho ốc bươu đồng giống sinh trưởng, phát triển, sinh sản (Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo, 2017). Kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2017) báo cáo có thể nuôi vỗ ốc bươu đồng khi pH từ 7,1-8,4. Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2019) thu được kết quả là độ kiềm 67,6mg CaCO₃/l khi nuôi ốc bươu đồng bằng thức ăn chế biến bổ sung 1% canxi trong khẩu phần thức ăn và độ kiềm tăng lên 74,2-75,2mg CaCO₃/l khi bổ sung từ 7% đến 9% canxi vào khẩu phần thức ăn.

Bảng 5. Chỉ số thể trạng (CI), hệ số độ béo (HSĐB) và chỉ số tuyến sinh dục (GSI) ốc bươu đồng nuôi vỗ ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu		Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
		No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
Ốc đực	Ngày 1	Sau 4 tháng nuôi vỗ				
CI (mg/g)	109 $\pm$ 16	133 ^a $\pm$ 14	136 ^a $\pm$ 18	135 ^a $\pm$ 10	141 ^a $\pm$ 11	140 ^a $\pm$ 16
HSĐB (%)	40,7 $\pm$ 1,2	44,3 ^a $\pm$ 2,3	45,2 ^a $\pm$ 4,5	44,7 ^a $\pm$ 1,7	45,3 ^a $\pm$ 4,5	45,2 ^a $\pm$ 2,2
GSI (%)	0,75 $\pm$ 0,13	3,66 ^a $\pm$ 0,68	5,49 ^{bc} $\pm$ 1,24	6,50 ^c $\pm$ 1,16 ^c	5,16 ^b $\pm$ 1,58	5,21 ^b $\pm$ 0,92
Ốc cái	Ngày 1	Sau 4 tháng nuôi vỗ				
CI (mg/g)	106 $\pm$ 12	130 ^a $\pm$ 11	139 ^a $\pm$ 17	131 ^a $\pm$ 12 ^a	13 ^{a5} $\pm$ 18	134 ^a $\pm$ 22
HSĐB (%)	43,4 $\pm$ 1,2	44,6 ^a $\pm$ 2,7	49,6 ^b $\pm$ 4,2 ^b	49,4 ^b $\pm$ 2,7	46,2 ^{ab} $\pm$ 5,9	45,8 ^{ab} $\pm$ 4,8
GSI (%)	0,81 $\pm$ 0,19	6,1 ^a $\pm$ 1,2	13,3 $\pm$ 1,2 ^c	14,1 ^c $\pm$ 1,1	11,3 ^b $\pm$ 2,5	11,1 ^b $\pm$ 0,9

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 6. Các kết quả liên quan đến trứng do ốc bươu đồng cái sinh sản ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
TG xuất hiện tổ trứng (ngày)	44 ^b $\pm$ 3	42 ^{ab} $\pm$ 3 ^{ab}	40 ^{ab} $\pm$ 1	39 ^a $\pm$ 2	41 ^{ab} $\pm$ 2
Năng suất sinh sản (tổ trứng/m ²)	10,3 ^a $\pm$ 1,5	13,7 ^b $\pm$ 0,6	14,7 ^{bc} $\pm$ 1,5	16,0 ^c $\pm$ 1,0	14,3 ^{bc} $\pm$ 0,6
Sức SS (tổ trứng/con cái)	0,34 ^a $\pm$ 0,05	0,46 ^b $\pm$ 0,02	0,49 ^{bc} $\pm$ 0,05	0,53 ^c $\pm$ 0,03	0,48 ^{bc} $\pm$ 0,02
Tần suất SS (tổ trứng/tuần/m ²)	0,65 ^a $\pm$ 0,10	0,85 ^b $\pm$ 0,04	0,92 ^{bc} $\pm$ 0,10	1,00 ^c $\pm$ 0,06	0,90 ^{bc} $\pm$ 0,04

Ghi chú: TG: Thời gian; SS: Sinh sản. Không bổ sung khoáng (No.Mi-F); Bổ sung khoáng 3% (Mi3-F); Bổ sung khoáng 5% (Mi5-F); Bổ sung khoáng 7% (Mi7-F) và Bổ sung khoáng 9% (Mi9-F); Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 7. Trung bình chỉ tiêu hình thái tổ trứng ốc bươu đồng ở các hàm lượng bổ sung khoáng vào thức ăn khác nhau (trung bình $\pm$ SD)

Chỉ tiêu	Các mức bổ sung khoáng khác nhau				
	No.Mi-F	Mi3-F	Mi5-F	Mi7-F	Mi9-F
Số trứng/tổ trứng	183 ^a $\pm$ 9	213 ^b $\pm$ 22 ^b	211 ^b $\pm$ 9	195 ^{ab} $\pm$ 11	208 ^{ab} $\pm$ 16
Khối lượng (g)	8,36 ^a $\pm$ 0,17	9,97 ^b $\pm$ 0,71 ^b	9,80 ^b $\pm$ 0,40	9,40 ^b $\pm$ 0,27	9,38 ^b $\pm$ 0,77
Khối lượng hạt trứng (mg)	46,2 ^a $\pm$ 2,0	47,3 ^a $\pm$ 1,9 ^a	46,9 ^a $\pm$ 1,0	48,6 ^a $\pm$ 1,5	45,9 ^a $\pm$ 0,7
Đường kính trứng (mm)	4,82 ^a $\pm$ 0,02	4,92 ^a $\pm$ 0,05 ^a	4,83 ^a $\pm$ 0,12	4,92 ^a $\pm$ 0,02	4,84 ^a $\pm$ 0,03

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Tăng trưởng ốc cao khi ăn thức ăn chứa hàm lượng 5% khoáng bổ sung vào thức ăn ở giai đoạn thành thực sinh sản. Karamoko & cs. (2014) nuôi vỗ ốc *Limicolaria flammea* và thấy khối lượng và chiều cao tăng lên 2,71g và 31,2mm khi ốc ăn thức ăn chế biến với hàm lượng canxi tương đương 1,2%, tăng trưởng tăng lên 3,50g và 32,0mm khi hàm lượng canxi tăng lên 6,8% và giảm xuống chỉ còn (3,45g và 33,0mm) khi hàm lượng canxi tiếp tục tăng lên 12,0%. Theo Gouveia & cs. (2011) khi bổ sung 10% canxi vào môi trường nước, ốc *Partula gibba* tăng trưởng 0,57g và 24,1mm và kết quả tăng lên 1,32g và 35,0mm khi bổ sung 40% canxi. Kết quả nghiên cứu cho thấy tốc độ tăng trưởng của ốc bươu đồng bố mẹ giảm khi trong thức ăn có bổ sung hàm lượng khoáng cao hay không bổ sung hàm lượng khoáng, điều này có thể được giải thích là khi bổ sung khoáng trong thức ăn quá nhiều sẽ hạn chế sự tiêu hóa và hấp thu canxi, phospho, 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; 1993; Ireland & Marigomez, 1992); phospho đóng vai trò là chất đệm để duy trì độ pH tối ưu trong dịch cơ thể, thiếu phospho 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 & cs., 1996; Tan & cs., 2001). Nhiều nghiên cứu cho thấy tỉ lệ canxi so với các khoáng chất khác, đặc biệt là phospho, cũng như mức khoáng chất trong chế độ ăn của từng cá thể nên được xem xét (Kanazawa & cs., 1984; Li & cs., 1986). Một số nghiên cứu đã khuyến nghị tỉ lệ canxi : phospho xấp xỉ 1 : 1 cho tôm *Penaeus japonicus* (Kanazawa & cs., 1984) và tôm hùm Mỹ (Gallagher & cs., 1982), trong khi Li & cs. (1986) khuyến cáo tỉ lệ Ca : P tối ưu 1 : 1,7 cho *Penaeus orientalis*; đối với bào ngư *Halotis laevigata* (Coote & cs., 1996; Tan & cs., 2001) tỉ lệ Ca : P từ 0,72 : 1 đến 2,68 : 1 phù hợp cho tăng

trưởng, phát triển và sinh sản. Qua nghiên cứu, OBĐ giai đoạn bố mẹ bổ sung khoáng vào thức ăn với hàm lượng 5% (tương đương tỉ lệ Ca : P là 3,90 : 1) kết quả tăng trưởng tốt hơn so với các hàm lượng canxi khác.

Khi nuôi vỗ ốc *Limicolaria flammea*, Egonmwan (2008) thu được tỉ lệ sống đạt 50,0-70,0% khi ốc ăn ở các hàm lượng canxi khác nhau, tác giả quan sát tỉ lệ chết rất cao ở những con ốc thiếu canxi và không có khả năng sinh sản. Wacker & Baur (2004) hay Karamoko (2009) nghiên cứu trên loài ốc này cũng ghi nhận hàm lượng canxi phù hợp trong khẩu phần thức ăn sẽ góp phần nâng cao tỉ lệ sống, ngược lại thiếu hụt nguồn canxi cũng ảnh hưởng đến quá trình chuyển hóa dinh dưỡng và là nguyên nhân dẫn đến tỉ lệ sống thấp và cũng tương tự Le Van Binh & Ngo Thi Thu Thao (2019) thu được kết quả là tỉ lệ sống 75,7% khi nuôi ốc bươu đồng bằng thức ăn chế biến bổ sung 3% canxi trong khẩu phần thức ăn và tỉ lệ sống giảm xuống 71,7% khi bổ sung 9% canxi vào khẩu phần thức ăn.

Rygało-Galewska & 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 FR từ 0,86 đến 1,28. Chaitanawisuti & cs. (2010) thu được kết quả ốc hương giống *Babylonia areolata* khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng (canxi: 4%, phospho: 3%) có FR là 2,63 và giá trị này cao hơn khi cho ăn thức ăn có tỷ lệ Ca : P thay đổi (canxi: 1%, phospho: 3%) hoặc (canxi: 4%, phospho: 1%).

Lượng thức ăn ốc bươu đồng tiêu thụ ở giai đoạn nuôi vỗ chịu ảnh hưởng đáng kể của các hàm lượng khoáng khác nhau trong khẩu phần ăn. Rygało-Galewska & cs. (2023) cho rằng ốc *Cornu aspersum* khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng canxi: 20 g/kg thức ăn và magiê: 0,8 g/kg thức ăn có lượng thức ăn tiêu thụ 8,34 g/con/ngày và lượng thức ăn tiêu thụ tăng lên 10,64 g/con/ngày khi ăn thức ăn chứa hàm lượng khoáng canxi: 20 g/kg thức ăn; magiê: 4,7 g/kg thức ăn. Theo Le Van Binh & Ngo Thi Thu Thao (2019) trung bình lượng thức ăn tiêu thụ 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). Khi thức ăn trong môi trường phong phú, hầu hết động vật thân mềm chân bụng có đầy đủ thức ăn do đó sẽ có chỉ số thể trạng và hệ số độ béo cao và ngược lại, nếu môi trường có nguồn thức ăn hạn chế, loài này không lấy đủ lượng thức ăn hay khoáng chất dẫn đến hệ số độ béo thấp hơn (Vélez-Arellano & cs., 2017). Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2020) cho rằng ốc bươu đồng có chỉ số thể trạng từ 107-142 mg/g và hệ số độ béo từ 44,1-46,8% ở nhóm kích thước từ 50mm về chiều cao trở lên.

Chỉ số tuyến sinh dục sinh dục (GSI) của ốc khi bổ sung khoáng vào thức ăn với hàm lượng 5% cao hơn so với các hàm lượng bổ sung khoáng khác. Kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2017) ghi nhận khi ốc ăn thức ăn xanh (có chứa 3,2% đạm và 1,3% canxi) chỉ số tuyến sinh dục ốc cái chỉ đạt (4,08%) và chỉ số tuyến sinh dục ốc cái tăng lên (6,92%) khi ốc ăn thức ăn viên (có 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 (Hotopp, 2002), theo ghi nhận của Hunter & Lull (1977) thì hàm lượng canxi có ảnh hưởng đến khả năng sinh sản của ốc mẹ và ốc cái sẽ tiêu hao khoảng 20% canxi của cơ thể cho mỗi lần đẻ trứng và hầu hết được canxi lấy từ gan và vỏ của cá thể cái (Fournié & Chetail, 1982). Kết quả nghiên cứu cho thấy, ốc ăn thức ăn hay hấp thụ thấp hơn hàm lượng bổ sung khoáng này có thể sẽ không đáp ứng đủ nhu cầu để phát triển noãn bào và tinh bào. Tuy nhiên, nếu quá nhiều khoáng được cung cấp trong khẩu phần ăn, chỉ một phần được sử dụng cho tăng trưởng và thành thực sinh dục và phần còn lại sẽ chuyển hóa thành năng lượng và tiêu tốn năng lượng chuyển hoá khoáng dư thừa, từ đó sẽ làm cho sức sinh sản và khối lượng tổ trứng của ốc mẹ đẻ ra sẽ giảm xuống đáng kể.

5. KẾT LUẬN

Sau 120 ngày nuôi vỗ, khối lượng, chiều cao và chiều rộng của ốc bươu đồng ở nghiệm thức

bổ sung 5% khoáng (Mi5-F) đạt cao hơn so với các nghiệm thức bổ sung 3%, 7%, 9% khoáng hay nghiệm thức đối chứng. Tỷ lệ sống của ốc bươu đồng ở nghiệm thức bổ sung 3% khoáng đạt cao nhất (73,3%), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$) so với các nghiệm thức khác. Ốc bươu đồng bố mẹ nuôi vỗ trong môi trường nước có bổ sung hàm lượng 5% đến 7% có hệ số thành thực và hiệu quả sinh sản cao hơn so với nghiệm thức bổ sung 3% khoáng, 9% khoáng hay nghiệm thức đối chứng (không bổ sung khoáng). Có thể ứng dụng kết quả từ nghiên cứu này trong thực tế để nâng cao tỷ lệ ốc bươu đồng tham gia sinh sản, tần suất sinh sản và sức sinh sản của ốc bươu đồng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Cần Thơ với đề tài mã số T2024-120 “Nghiên cứu bổ sung khoáng trong quá trình nuôi vỗ và ương giống ốc bươu đồng (*Pila polita*, Deshayes, 1830)”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 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.org/10.1016/j.envpol.2011.02.040.
- Chaitanawisuti N., Sungsirin 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.
- Cheng K.M., Hu C.Q., Liu Y.I., Zheng S.X. & Qi X.J. (2006). Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. *Aquaculture*. 251: 472-483. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.06.022.
- 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 *Halotis laevigata*. *Aquaculture*. 145(1-4): 267-279. DOI:10.1016/S0044-8486(96)01303-8.
- Egonmwan R.I. (2008) Effects of dietary calcium on growth and oviposition of the African land snail *Limicolaria flammea* (Pulmonata: Achatinidae). *Revista de biología tropical*. 56(1): 333-343. DOI: 10.15517/rbt.v56i1.5528.
- 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.
- Gaal 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.
- Gallagher M.L., Bayer R.C., Rittenburg J.H. & Leavitt D.F. (1982). Studies on the mineral requirements of the adult American lobster. *The Progressive Fish-Culturist*. 44(4): 210-212. https://doi.org/10.1577/1548-8659(1982)44[210:SOTMRO]2.0.CO;2.
- 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.
- 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. (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.
- Kanazawa A., Teshima S. & Sasaki M. (1984). Requirements of the juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, manganese and iron. Graduate School of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kagoshima University. 33: 63-71.
- 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.
- Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2017). Ảnh hưởng của thức ăn và tỉ 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.
- Le Van Binh & 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.
- Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2020). Một số đặc điểm sinh học sinh sản của ốc bươu đồng (*Pila polita*) phân bố ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(2b): 117-126.
- Lê Văn Bình & Ngô Thị Thu Thảo (2019). Kết quả nuôi vỗ ốc bươu đồng (*Pila polita*) dưới ảnh hưởng của hàm lượng canxi khác nhau trong thức ăn. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(5b): 48-56.
- Li A.J., Huang B.C., Lou W.F. & Xu J.M. (1986). The effects of dietary calcium, phosphorus and Ca:P ratio on the growth and development of prawn *Penaeus orientalis*. Journal of Ocean University of Qingdao. 16: 10-17.
- Lovell R.T. (1989). Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. doi.org/10.1007/978-1-4757-1174-5.
- Ngô Thị Thu Thảo & Lê Văn Bình (2017a). 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. DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.126.
- Ngô Thị Thu Thảo & Lê Văn Bình (2020). Đặc điểm sinh học, kỹ thuật sản xuất giống và nuôi thương phẩm ốc bươu đồng (*Pila polita*). Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- 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.
- Rygał-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.
- Vélez-Arellano N., García-Domínguez F.A., Lluch-Cota D.B., Gutiérrez-González J.L., Salcido-Guevara L.A. & Sanchez-Cardenas, R. (2017). Morphophysiological Indices of the Green Abalone *Haliotis fulgens* Philippi, 1845 at Mexican Ocean Pacific Coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17(1): 31-39. doi:10.4194/1303-2712-v17_1_05.
- 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.org/10. 1080/0792 4259.2004.9652605.