

ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN GÂY SỐC OXY, NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ MẶN ĐẾN SINH SẢN CỦA ARTEMIA (*Artemia franciscana*)

Nguyễn Văn Hòa và Phạm Nguyễn Huyền Trinh

Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 27/07/2015

Ngày chấp nhận: 26/02/2016

Title:

The effect of oxygen shortage, temperature and salinity to the reproductive method of *Artemia franciscana*

Từ khóa:

Artemia, gây sốc oxy, nhiệt độ, độ mặn, đường kính trứng

Keywords:

Artemia, oxygen shocking, temperature, salinity, cyst diameter

ABSTRACT

The study was carried out to find an appropriate time of oxygen shortage effect, temperature and salinity to stimulate *Artemia* to favour for cyst production. The contents of this study includes: (i) the effect of period to turn off aeration (i.e. 30, 60, 90 minutes, respectively) and (ii) Combination effects of different temperatures and salinities on reproduce and cyst biometric.

Results from experiment 1 show that total embryo of *Artemia* was highest in the control (708 embryos), the lowest one was in treatment without aeration for 90 minutes (512 embryos). However, treatment without aeration for 30 minutes had the highest Cyst (244 cyst/female). Diameter of cysts and embryos in the control was the highest (231.5 μm and 201.5 μm , respectively), and smallest at treatment with 30 minutes oxygen shocking (221.1 μm and 195.1 μm , respectively).

In the second experiment, at 26°C combined with different salinity (40; 60; 80 ppt) had the highest survival rate (up to 91.8%) and the lowest survival rate was at 34°C (max 41.8%) and the same salinity range (40; 60; 80 ppt). Total embryo/female and total cyst/female in treatment with 26°C and salinity 80 ppt was the highest (814 embryos/female and 326 cyst/female, respectively).

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm tìm ra thời gian gây sốc oxy, nhiệt độ và độ mặn thích hợp để kích thích *Artemia* đẻ trứng. Nội dung nghiên cứu gồm: (i) Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy (tắt sục khí 30, 60, 90 phút) và (ii) ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ (26; 30; 34°C) và độ mặn (40; 60; 80 ppt) đến phương thức sinh sản và sinh trắc trứng bào xác *Artemia*.

Kết quả thí nghiệm (TN) cho thấy, tổng phôi/con cái của *Artemia*, cao nhất ở nghiệm thức đối chứng (ĐC) (708 phôi), khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức (NT) gây sốc oxy 30 phút (695 phôi), thấp nhất là NT gây sốc oxy 90 phút (512 phôi). Tuy nhiên, nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút có tổng cyst/con cái cao nhất (244 cyst/con); nghiệm thức ĐC thấp nhất (69,8 cyst/con). Đường kính trứng và đường kính phôi ở nghiệm thức ĐC cao nhất (231,5 μm và 201,5 μm), thấp nhất ở NT gây sốc oxy 30 phút (221,1 μm và 195,1 μm ; tương ứng).

Trong TN 2, nghiệm thức nhiệt độ 26°C và các độ mặn khác nhau (40; 60; 80 ppt) *Artemia* có tỷ lệ sống cao nhất (84,0-91,8%), ở NT nhiệt độ 34°C và cùng độ mặn, tỷ lệ sống *Artemia* trung bình dao động từ 36,8-41,8%. Tổng phôi và tổng cyst/con cái ở NT nhiệt độ 26°C và độ mặn 80 ppt cao nhất (814 phôi/con và 326 cyst/con); thấp nhất ở NT nhiệt độ 34°C và độ mặn 80 ppt (83,9 phôi/con và 14,0 cyst/con). Nhiệt độ 26°C kết hợp với độ mặn 80 ppt là thích hợp nhất cho sự sinh trưởng và sinh sản của *Artemia*.

Trích dẫn: Nguyễn Văn Hòa và Phạm Nguyễn Huyền Trinh, 2016. Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy, nhiệt độ và độ mặn đến sinh sản của artemia (*Artemia franciscana*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 42b: 118-126.

1 GIỚI THIỆU

Nguồn thức ăn tươi sống đặc biệt là *Artemia* chiếm một vai trò hết sức quan trọng trong ương nuôi con giống của các loài thủy sản nói chung và tôm cá biển nói riêng. *Artemia* được sử dụng rất rộng rãi do tiện lợi và giá trị mà chúng mang lại. Ngoài khả năng đẻ con, trong điều kiện bất lợi *Artemia* còn có khả năng đẻ trứng bào xác (cyst) làm cho *Artemia* trở thành nguồn thức ăn chủ động và dồi dào cho ấu trùng tôm cá hơn (Léger *et al.*, 1986). Hiện nay, có nhiều nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến phương thức sinh sản và đặc điểm sinh trắc học của trứng bào xác *Artemia* như nhiệt độ, độ mặn và oxy. Theo Nguyễn Thị Ngọc Anh và Nguyễn Văn Hòa (2004), nhiệt độ có ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của *Artemia*, nhiệt độ thấp *Artemia* sẽ sinh trưởng chậm, nhiệt độ cao làm giảm khả năng sinh sản của quần thể *Artemia*. Ngoài ra theo Versihele and Sorgeloos (1980) trong nuôi *Artemia* khi chu kỳ tắt sục khí 30 phút/giờ thì số lượng con cái đẻ trứng cyst chiếm cao nhất 89%. Bên cạnh đó, Browne *et al.*, (1991) cho rằng hàm lượng oxy thấp hay điều kiện oxy biến động có thể làm cho *Artemia* đẻ trứng nhiều hơn. Do đó, nghiên cứu “Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy, nhiệt độ và độ mặn đến sinh sản của *Artemia* (*Artemia franciscana*)” được đặt ra nhằm xác định ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy, nhiệt độ và độ mặn đến sinh sản của *Artemia*, đồng thời tìm ra thời gian gây sốc oxy, mức nhiệt độ và độ mặn thích hợp kích thích *Artemia* đẻ trứng, chủ động trong quá trình sản xuất theo hướng gia tăng hiệu quả kinh tế.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy khác nhau đến sinh sản và sinh trắc trứng bào xác *Artemia*

Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức (NT), các nghiệm thức có thời gian gây sốc oxy khác nhau. Trong đó, nghiệm thức sục khí liên tục 24/24 là nghiệm thức đối chứng, NT 2 được gây sốc với thời gian 30 phút, NT 3 gây sốc oxy với thời gian 60 phút, NT4 gây sốc oxy với thời gian 90 phút, thực hiện gây sốc 2 lần/ngày (Sáng vào lúc 8 giờ, chiều vào lúc 14 giờ). Thí nghiệm thực hiện trên *Artemia* trưởng thành 12 ngày tuổi.

Hệ thống thí nghiệm gồm 120 chai nhựa, mỗi nghiệm thức 30 chai với thể tích 100 ml, phía đáy chai được bao bằng lưới mịn (50 µm), các chai

nhựa được đặt trong bể nhựa thể tích 100 L (4 bể), độ mặn nước nuôi 80 ppt. *Artemia* trưởng thành được bố trí với mật độ 1 cặp *Artemia*/chai. Khi tiến hành gây sốc oxy thì các nghiệm thức được ngưng sục khí (trừ nghiệm thức ĐC), sau đó sục khí nitơ liên tục vào các bể trong thời gian khoảng 20 phút để hàm lượng oxy hòa tan trong bể xuống khoảng 0,5 mg/L (trừ nghiệm thức ĐC). Sau khoảng thời gian gây sốc oxy tương ứng ở từng nghiệm thức (30 phút, 60 phút và 90 phút), các nghiệm thức được sục khí trở lại.

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến phương thức sinh sản và sinh trắc trứng bào xác *Artemia*

* Nuôi chung đến giai đoạn thành thực

Thí nghiệm gồm 9 nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 3 lần lặp lại với nhân tố thứ 1 là độ mặn (40, 60, 80 ppt) kết hợp với nhân tố thứ 2 là các mức nhiệt độ (26; 30; 34°C). Như vậy, hệ thống thí nghiệm gồm 27 chai nhựa, có thể tích 1 L/chai. Ấu trùng *Artemia* được bố trí vào chai với mật độ nuôi 100 con/L và thể tích nước nuôi là 800 mL, các nghiệm thức được sục khí liên tục.

Thí nghiệm được bố trí để đánh giá ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến tỉ lệ sống và tăng trưởng của *Artemia* sau 7 và 12 ngày nuôi. Khi *Artemia* xuất hiện bất cặp 80% (đạt giai đoạn thành thực) thì chúng được bố trí nuôi riêng từng cặp để theo dõi đặc điểm sinh sản.

* Nuôi riêng từng cặp *Artemia* trưởng thành

Bất ngẫu nhiên 30 cặp *Artemia* của từng nghiệm thức khác nhau nuôi riêng trong ống falcon có thể tích nước 40 mL được bố trí tương ứng với nghiệm thức nuôi chung, để theo dõi các chỉ tiêu sinh sản.

2.2 Chăm sóc và quản lý thí nghiệm

Cho ăn: Ở các nghiệm thức thí nghiệm *Artemia* được cho ăn thức ăn chế biến do Khoa Thủy sản-Trường Đại học Cần Thơ cung cấp, hàm lượng đạm 33%; hằng ngày, cho *Artemia* ăn 2 lần/ngày, sáng 7h và chiều 6h.

2.3 Thu thập số liệu

Các chỉ tiêu sinh trắc của trứng bào xác: Đường kính trứng, đường kính phôi, độ dày vỏ trứng, kích thước naupli.

Các chỉ tiêu tỷ lệ sống và chiều dài của *Artemia* được xác định sau 7 và 12 ngày.

Các chỉ tiêu sinh sản:

- Tổng số phôi/con cái: Tổng số trứng cyst và số nauplii trên vòng đời con cái.
- Sức sinh sản: Bình quân số phôi/lần đẻ
- Số lứa đẻ: Tổng số lần đẻ của con cái/vòng đời
- Tổng số trứng/con cái: Tổng số trứng/vòng đời
- Số con/con cái: Tổng số con/vòng đời
- Tỷ lệ giữa số trứng/số con của vòng đời con cái: Tỷ lệ tổng số trứng cyst/tổng số nauplii
- Tỷ lệ đẻ con (%)
- Tỷ lệ đẻ trứng (%)
- Thời gian tiền sinh sản: Là thời gian từ khi nở cho đến khi đẻ lứa đầu
- Thời gian sinh sản: Thời gian con cái bắt đầu sinh sản cho đến lần sinh sản cuối cùng
- Tuổi thọ: Được tính từ lúc nở cho đến lúc chết

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán các giá trị

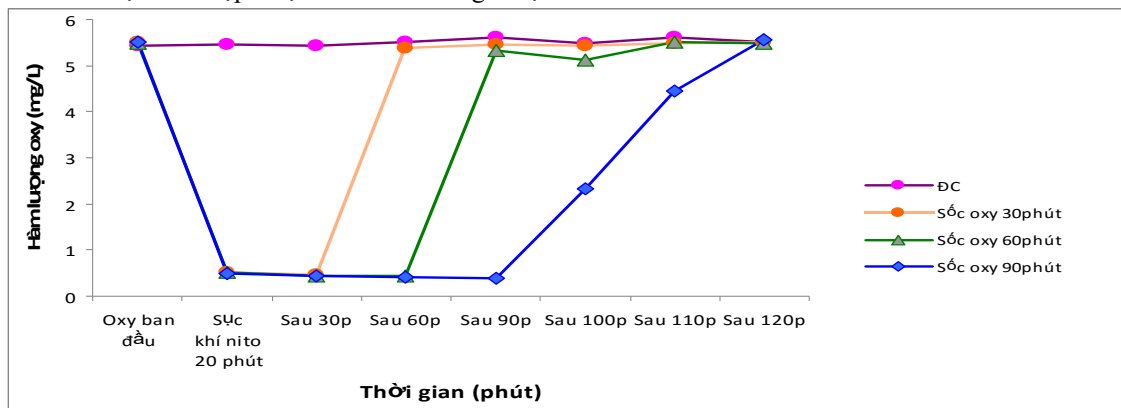
trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel, chương trình thống kê Statistica với ANOVA 2 nhân tố ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$) để thấy rõ sự tương tác giữa nhân tố nhiệt độ và độ mặn.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của thời gian gây sốc đến phương thức sinh sản và sinh trắc học trứng bào xác *Artemia*

3.1.1 Biến động hàm lượng oxy trước và sau sốc sục khí nitơ

Qua Hình 1 cho thấy, hàm lượng oxy ở nghiệm thức đối chứng trung bình từ 5,43-5,62 mg/L. Nghiệm thức sốc oxy với thời gian tắt sục khí 30; 60; 90 phút thì hàm lượng oxy có xu hướng tăng dần giống nhau sau khi được sục khí trở lại 30 phút. Browne *et al.* (1991) cho rằng khi hàm lượng oxy trong môi trường sống của *Artemia* thấp hay điều kiện oxy biến động có thể làm cho *Artemia* đẻ trứng cyst nhiều hơn.



Hình 1: Biến động hàm lượng oxy trước và sau sục khí nitơ

3.1.2 Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy đến vòng đời của Artemia

Kết quả thí nghiệm ở Bảng 1 cho thấy thời gian tiền sinh sản của *Artemia* ở nghiệm thức đối chứng dài nhất (17,1 ngày), thấp nhất ở nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút (13,3 ngày). Thời gian tiền sinh

sản của *Artemia* ở nghiệm thức đối chứng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức gây sốc oxy 30; 60 và 90 phút. (Bảng 1). Theo Nguyễn Thị Hồng Vân và *ctv.* (2011) khi nuôi *Artemia* trong phòng thí nghiệm trong điều kiện bình thường thì thời gian tiền sinh sản trung bình của *Artemia* là 16,2 ngày.

Bảng 1: Vòng đời của *Artemia* ở các nghiệm thức gây sốc oxy với thời gian khác nhau

NT	Thời gian tiền sinh sản (ngày)	Hậu sinh sản (ngày)	Thời gian sinh sản (ngày)	Tuổi thọ con cái (ngày)	Tuổi thọ con đực (ngày)
ĐC	17,1±3,74 ^a	5,07±3,38 ^a	31,3±11,8 ^a	53,5±11,0 ^a	40,8±8,71 ^a
30	13,3±1,70 ^b	3,97±2,58 ^{ab}	30,0±9,47 ^a	47,3±9,79 ^b	37,8±8,57 ^{ab}
60	14,3±3,00 ^b	3,30±1,99 ^b	28,1±8,88 ^{ab}	45,7±9,27 ^{bc}	34,9±7,90 ^b
90	14,1±1,53 ^b	3,00±1,84 ^b	23,9±8,68 ^b	41,1±8,23 ^c	30,1±7,56 ^c

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$, TB±STD)

Thời gian sinh sản của *Artemia* ở các nghiệm thức trung bình dao động từ 23,9-31,3 ngày. Ở nghiệm thức đối chứng có thời gian sinh sản dài nhất (31,3 ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức gây sốc oxy 90 phút (23,9 ngày). Thời gian sinh sản của *Artemia* ở nghiệm thức ĐC khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức gây sốc oxy 30 và 60 phút. Kết quả cho thấy ở nghiệm thức gây sốc 30 phút không gây ảnh hưởng đến thời gian sinh sản cũng như tuổi thọ của *Artemia*.

Tuổi thọ của *Artemia* cái ở nghiệm thức đối chứng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Thời gian gây sốc càng dài (90 phút) thì tuổi thọ và thời gian sinh sản

càng ngắn. Tuy nhiên, ở nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút ảnh hưởng không lớn nhưng có tác dụng kích thích *Artemia* đẻ sớm hơn.

3.1.3 Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy đến các chỉ tiêu sinh sản của *Artemia*

Nghiệm thức ĐC có số lượng tổng phôi con cái cao nhất 708 phôi/con cái, thấp nhất là nghiệm thức gây sốc oxy 90 phút (512 phôi/con cái). Tổng phôi/con cái ở nghiệm thức ĐC khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút, nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức gây sốc oxy 60; 90 phút.

Bảng 2: Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy lên một số chỉ tiêu sinh sản *Artemia*

NT	ĐC	30	60	90
Tổng phôi (phôi/con)	708±266 ^a	695±216 ^{ab}	583±215 ^{bc}	512±200 ^c
Tổng naupli (naupli/con cái)	638±262 ^a	451±162 ^b	437±197 ^b	413±178 ^b
Tổng cyst (trứng/con cái)	69,8±80,3 ^c	244±142 ^a	146±108 ^b	98,4±110 ^{bc}
Số lú đê (lần)	8,27±2,88 ^a	8,43±2,56 ^a	7,33±2,20 ^{ab}	6,50±2,29 ^b
Sức sinh sản (phôi/lần đê)	85,3±16,1 ^a	83,2±14,9 ^a	77,8±14,7 ^a	79,5±15,7 ^a
Tỷ lệ đê trứng (%)	9,56±11,0 ^c	34,8±18,0 ^a	25,2±18,6 ^b	17,7±17,8 ^{bc}
Tỷ lệ đê con (%)	90,4±11,0 ^c	65,2±18,0 ^a	74,9±18,6 ^b	82,3±17,8 ^{bc}
Số cyst/lú đê	8,37±9,80 ^c	27,9±13,9 ^a	19,8±13,8 ^b	13,4±13,6 ^{bc}
Naupli/lú đê	77,0±16,7 ^a	55,3±20,5 ^c	58,0±16,8 ^{bc}	66,2±22,5 ^b

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một hàng có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$, TB±STD)

Từ Bảng 2 cho thấy, tổng số trứng cyst/con cái ở nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức ĐC, NT gây sốc oxy 60 phút và 90 phút. Tổng số naupli/con cái cao nhất ở nghiệm thức ĐC (638 naupli/con cái) và thấp nhất ở nghiệm thức gây sốc oxy 90 phút (413 naupli/con cái). Tổng số Naupli/con cái ở các nghiệm thức gây sốc oxy khác biệt có ý nghĩa có thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức ĐC. Số trứng cyst/con cái ở các nghiệm thức trung bình dao động từ 69,8-244 trứng cyst/con cái. Nghiệm thức ĐC có số trứng cyst/con cái thấp nhất (69,8 trứng cyst/con cái), nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút có số trứng cyst cao nhất (244 trứng cyst/con cái). Versihele and Sorgeloos (1980) cho rằng việc tắt sục khí 30 phút/giờ thì số lượng *Artemia* cái đẻ trứng cyst nhiều hơn (89%), đối với nghiệm thức sục khí liên tục số lượng *Artemia* đẻ trứng cyst thấp nhất (33%).

Số lú đê của *Artemia* cái có liên quan đến thời gian sinh sản và tuổi thọ của *Artemia* cái, thời gian sinh sản và tuổi thọ của *Artemia* cái càng cao thì số lú đê càng nhiều. Kết quả Bảng 4.2 cho thấy số lú đê của *Artemia* cái trung bình dao động từ 6,5-8,43 lú đê/con cái. Tỷ lệ đê trứng ở các nghiệm thức

trung bình dao động từ 9,56-34,8%. Nghiệm thức ĐC có tỷ lệ đê trứng thấp nhất (9,56%). Nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút có tỷ lệ đê trứng cao nhất (34,8%), cao gấp 3 lần so với nghiệm thức ĐC. Nghiệm thức ĐC chiếm tỷ lệ đê con cao nhất (90,4). Nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút có tỷ lệ đê con thấp nhất (65,2%), khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức gây sốc oxy 90 phút có tỷ lệ đê trứng thấp là do khi sống trong điều kiện oxy thấp dưới ngưỡng chịu đựng kéo dài làm cho *Artemia* bị stress dẫn đến nguồn năng lượng không đủ hoặc chỉ đủ cho tuyến vỏ tạo thành một lớp vỏ mỏng hơn so với trứng nghỉ, lớp vỏ mỏng không đủ giữ cho phôi nghỉ do đó khi trứng được đẻ ra môi trường thì phôi đã bung dù và phát triển thành ấu trùng. Như vậy, gây sốc oxy 30 phút có tác dụng kích thích *Artemia* đẻ trứng cyst và không ảnh hưởng nhiều đến lượng tổng phôi của *Artemia*.

3.1.4 Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy đến các chỉ tiêu sinh sản trứng bào xác *Artemia*

Qua kết quả Bảng 3 cho thấy đường kính trứng trung bình của *Artemia* dao động từ 221,1-231,5 μm. Ở nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút có đường kính trứng 230,2 μm, khác biệt không có ý nghĩa

thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức ĐC (230,2 μm). Theo Lê Trung Tâm (2013), đường kính trứng *Artemia* trung bình khoảng 230,2 μm . Điều

đó cho thấy khi gây sốc oxy với thời gian 30 phút không gây ảnh hưởng đến kích cỡ đường kính trứng *Artemia*.

Bảng 3: Ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy đến các chỉ tiêu sinh trắc trứng bào xác và naupli

NT	Đường kính trứng (μm)	Đường kính phôi (μm)	Độ dày vỏ trứng (μm)	Kích thước naupli (μm)
Đc	231,5 \pm 7,8 ^b	201,5 \pm 7,5 ^b	15,0 \pm 7,5 ^a	421,1 \pm 5,2 ^a
30	230,2 \pm 7,5 ^b	200,4 \pm 5,5 ^{ab}	14,9 \pm 6,0 ^a	420,3 \pm 7,7 ^a
60	223,0 \pm 5,8 ^a	194,9 \pm 6,4 ^a	14,1 \pm 8,7 ^a	420,1 \pm 11,5 ^a
90	221,1 \pm 9,5 ^a	195,1 \pm 7,4 ^a	13,0 \pm 5,6 ^a	419,1 \pm 8,1 ^a

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$, TB \pm STD)

Đường kính phôi của *Artemia* trung bình dao động từ 194,9-201,5 μm . Ở nghiệm thức ĐC có đường kính phôi cao nhất (201,5 μm) và thấp nhất ở nghiệm thức gây sốc oxy 60 phút. Kết quả phân tích thống kê cho thấy đường kính trứng ở nghiệm thức gây sốc oxy 30 phút khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức ĐC. Tuy nhiên, đường kính phôi của *Artemia* ở nghiệm thức này khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức gây sốc oxy với thời gian 60 phút và 90 phút (Bảng 3).

Độ dày vỏ trứng ở các nghiệm thức khác biệt không lớn ($p>0,05$), dao động từ 13,0-15,0 μm . Nghiệm thức ĐC có độ dày vỏ trứng cao nhất 15,0 μm , thấp nhất ở nghiệm thức gây sốc oxy 90 phút 13,0 μm (Bảng 3).

Ở nghiệm thức gây sốc oxy với thời gian dài có kích thước naupli nhỏ hơn nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nhận định của Versihele and Sorgeloos (1980), tác giả cho rằng việc tắt sục khí 30 phút/giờ thì kích cỡ *Artemia* nhỏ hơn so với nghiệm thức sục khí liên tục.

3.2 Ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến tỷ lệ sống, tăng trưởng, sinh sản và sinh trắc học trứng bào xác *Artemia*

3.2.1 Ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của *Artemia*

Từ giai đoạn nuôi chung đến khi *Artemia* thành thực, trong điều kiện chịu tác động đồng thời của hai yếu tố nhiệt độ và độ mặn, kết quả phân tích thống kê cho thấy có sự tương tác ($p<0,05$) của 2 nhân tố này đến chiều dài của *Artemia* vào ngày 7 và tỷ lệ sống ngày 12. Kết quả Bảng 4 cho thấy nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng mạnh hơn đến sinh

trưởng cũng như tỷ lệ sống của *Artemia* ($p = 0$ và giá trị F lớn hơn) trong khi đó độ mặn dường như không thể hiện ảnh hưởng rõ ($p>0,05$). Theo Van Stappen (2002), trong các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình tồn tại của *Artemia* như độ mặn, nhiệt độ, thức ăn và thành phần ion trong thủy vực thì độ mặn và nhiệt độ đóng vai trò là các nhân tố chính ảnh hưởng đến sự phân bố và phát triển của *Artemia*.

Kết quả Bảng 5 cho thấy sau 7 ngày nuôi *Artemia* ở nghiệm thức 26°C và độ mặn 80 ppt có tỷ lệ sống cao nhất (91,8%), tỷ lệ sống thấp nhất ở nghiệm thức có nhiệt độ 34°C và độ mặn 80 ppt (36,8%). Kết quả nghiên cứu phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyen Thi Ngoc Anh (2014), khi *Artemia* được nuôi ở độ mặn 80 ppt và nhiệt độ 26°C có tỷ lệ sống trung bình dao động từ 89,1-92,4%. Sau 12 ngày nuôi tỷ lệ sống của *Artemia* ở các nghiệm thức có xu hướng giống như sau thời gian nuôi 7 ngày, nhưng tỷ lệ sống giảm đi đáng kể. Nghiệm thức 30°C và 80 ppt có tỷ lệ sống cao nhất 87%, thấp nhất ở nghiệm thức 34°C và 80 ppt *Artemia* có tỷ lệ sống (33,7%).

Kết quả chiều dài *Artemia* sau 7 ngày nuôi (Bảng 5) cho thấy ở nghiệm thức 30°C và 80 ppt có chiều dài cao nhất (6,77 mm), thấp nhất là nghiệm thức 34°C và 60 ppt (4,95 mm) ($p<0,05$). Sau 12 ngày nuôi cho thấy chiều dài *Artemia* ở nghiệm thức 30°C và độ mặn 80 ppt cao nhất (9,46 mm) và thấp nhất là nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt (7,06 mm). Theo Nguyen Thi Ngoc Anh (2014), khi nuôi *Artemia* ở nhiệt độ 30°C kết hợp với độ mặn 80 ppt sẽ có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn so với *Artemia* được nuôi ở nhiệt độ 26°C và độ mặn 80 ppt.

Bảng 4: Giá trị F và p khi phân tích ANOVA 2 nhân tố về ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của *Artemia* trong giai đoạn nuôi chung

Chỉ tiêu	Nhiệt độ		Độ mặn		Nhiệt độ × Độ mặn	
	F	p	F	p	F	p
Tỷ lệ sống ngày 7	857,42	0,000	0,582	0,569	1,203	0,344
Tỷ lệ sống ngày 12	769,51	0,000	0,392	0,681	4,690	0,007
Chiều dài ngày 7	77,14	0,000	1,730	0,205	3,924	0,012
Chiều dài ngày 12	76,41	0,000	1,060	0,367	2,110	0,121

Bảng 5: Tỷ lệ sống (%) và chiều dài (mm) của *Artemia* sau 7 và 12 ngày nuôi ở các mức nhiệt độ và độ mặn khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (ppt)	Tỷ lệ sống ngày 7	Tỷ lệ sống ngày 12	Chiều dài ngày 7	Chiều dài ngày 12
26	40	90,0±2,65 ^a	85,3±4,16 ^a	5,97±0,17 ^b	8,57±0,14 ^c
	60	90,3±2,52 ^a	84,0±4,58 ^a	5,93±0,32 ^b	8,58±0,16 ^c
	80	91,8±2,52 ^a	84,7±3,21 ^a	5,83±0,16 ^b	9,06±0,21 ^{ac}
30	40	88,3±1,53 ^a	83,3±2,89 ^a	6,62±0,19 ^a	8,87±0,80 ^{bc}
	60	90,3±2,52 ^a	82,0±4,00 ^a	6,45±0,42 ^a	9,17±0,29 ^{ab}
	80	88,3±4,93 ^a	87,0±2,00 ^a	6,77±0,24 ^a	9,46±0,15 ^a
34	40	41,8±3,21 ^b	35,0±2,65 ^b	5,21±0,05 ^c	7,45±0,10 ^d
	60	40,3±1,53 ^b	33,7±1,53 ^b	4,95±0,27 ^c	7,32±0,43 ^d
	80	36,8±3,79 ^b	30,3±2,52 ^b	5,35±0,20 ^c	7,06±0,10 ^d

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$, TB±STD)

3.2.2 Ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến các chỉ tiêu sinh sản của *Artemia*

Qua kết quả thống kê (Bảng 6) cho thấy sự

tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn lên một số chỉ tiêu sinh sản của *Artemia* như số lứa, chu kỳ sinh sản, sức sinh sản, tổng phôi và tổng cyst ($p < 0,05$).

Bảng 6: Giá trị F và p khi phân tích ANOVA 2 nhân tố về ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến một số chỉ tiêu sinh sản của *Artemia franciscana*

Chỉ tiêu	Nhiệt độ		Độ mặn		Nhiệt độ × Độ mặn	
	F	p	F	p	F	p
Số lứa	340,76	0,000	1,21	0,300	4,67	0,001
Chu kỳ	258,9	0,000	4,51	0,012	3,57	0,008
Sức sinh sản	104,24	0,000	3,33	0,038	7,09	0,000
Tổng phôi	417,69	0,000	4,16	0,017	5,45	0,000
Tổng naupli	179,21	0,000	1,15	0,319	2,15	0,076
Tổng cyst	345,81	0,000	5,78	0,004	6,01	0,000

Ngoài ra, khi xét riêng từng nhân tố thì các chỉ tiêu sinh sản đều bị ảnh hưởng bởi nhân tố nhiệt độ, ở nhiệt độ cao (34°C) các chỉ tiêu sinh sản đều thấp hơn các mức nhiệt độ còn lại (26 và 30°C).

Số lứa đẻ của *Artemia* cái trung bình dao động từ 1,24-8,61 lứa (Bảng 7). Số lứa đẻ cao nhất ở nghiệm thức nhiệt độ 30°C và độ mặn 80 ppt (8,61 lứa) Nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt có số lứa thấp nhất (1,24 lứa) khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức 26°C và 30°C với các độ mặn 40; 60; 80 ppt (Bảng 7). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Ogello *et al.* (2014), khi

Artemia Vĩnh Châu được nuôi ở điều kiện nhiệt độ 33°C có số lứa đẻ trung bình thấp (1,8 lứa/con cái).

Qua kết quả thí nghiệm cho thấy nghiệm thức nhiệt độ 34°C và độ mặn 80 ppt có số phôi/con cái nhỏ nhất (83,9 phôi/con cái) khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức ở nhiệt độ 26°C và nhiệt độ 30°C ở tất cả các độ mặn. Ở nghiệm thức 26°C và độ mặn 80 ppt có tổng phôi/con cái cao nhất (814 phôi/con cái). Abatzopoulos *et al.* (2003), ở nhiệt độ thấp *Artemia* có số lượng phôi/con cái nhiều hơn so với nhiệt độ cao, tác giả cho rằng ở nhiệt độ 22°C cho kết quả số lượng phôi/con cái cao nhất, kể đến là 26°C và thấp nhất là 30°C.

Bảng 7: Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến các chỉ tiêu sinh sản của *Artemia cái*

Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (ppt)	Số ấu trùng (lứa)	Chu kỳ (ngày)	Sức sinh sản (phôi/con)	Tổng phôi (phôi/con)	Tổng cyst (cyst/con)	Tổng naupli (naupli/con)
26	40	7,50±1,35 ^{bc}	3,27±0,25 ^a	98,93±16,2 ^{abc}	745±195 ^{ab}	276±83 ^b	468±176 ^{abc}
	60	8,00±1,82 ^{ab}	2,98±0,33 ^a	87,32±16,6 ^d	688±158 ^{bc}	254±70 ^{bc}	433±149 ^{bc}
	80	8,04±1,77 ^{ab}	3,31±0,35 ^a	102,8±23,0 ^{ab}	814±149 ^a	326±83,6 ^a	487±141 ^{abc}
30	40	6,96±2,43 ^c	3,30±0,44 ^a	91,64±13,6 ^{cd}	625±192 ^c	196±32,2 ^d	429±189 ^c
	60	7,36±1,99 ^{bc}	3,10±0,67 ^a	102,9±12,3 ^a	748±185 ^{ab}	240±49,2 ^c	507±189 ^{ab}
	80	8,61±1,47 ^a	3,07±0,23 ^a	93,94±11,3 ^{bcd}	806±158 ^a	265±89,3 ^{bc}	540±155 ^a
34	40	2,2±0,70 ^d	1,45±0,89 ^b	68,4±20,6 ^c	139±38,2 ^d	37,0±22,6 ^c	103±24,1 ^d
	60	1,87±0,69 ^d	1,23±0,94 ^b	55,08±17,3 ^f	97,7±33,7 ^d	27,8±23,1 ^e	69,9±21,6 ^d
	80	1,24±0,44 ^d	0,67±1,02 ^c	67,8±14,3 ^c	83,9±32,9 ^d	14,0±21,4 ^e	69,9±27,7 ^d

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$, TB±STD)

Nghiệm thức 26°C và độ mặn 80 ppt có số trứng cyst cao nhất (326 trứng cyst/con cái) khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với tất cả các nghiệm thức còn lại. Số lượng trứng cyst/con cái thấp nhất ở nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt (14 trứng cyst/con cái), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức nhiệt độ 26°C và 30°C với các độ mặn 40; 60; 80 ppt.

Kết quả Bảng 7 cho thấy số lượng naupli/con trung bình dao động từ 69,9-540 naupli/con cái. Số naupli/con cái ở nghiệm thức 30°C và độ mặn 80

ppt cao nhất (540 naupli/con cái), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức nhiệt độ 34°C với độ mặn 40; 60; 80 ppt, nghiệm thức 30°C với độ mặn 40 ppt, và nghiệm thức nhiệt độ 26°C và độ mặn 60 ppt. Ở nghiệm thức nhiệt độ 34°C với độ mặn 60, 80 ppt có số naupli/con cái thấp nhất (69,9 naupli/con cái). Nhiệt độ cũng là nhân tố ảnh hưởng quan trọng đến các chỉ tiêu sinh sản của *Artemia* như tỷ lệ đẻ trứng, tỷ lệ đẻ con, Số cyst/lứa và Số naupli/lứa. (Kết quả phân tích 2 nhân tố được trình bày trong Bảng 8).

Bảng 8: Giá trị F và p khi phân tích ANOVA 2 nhân tố về ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến phương thức sinh sản của *Artemia franciscana*

Chỉ tiêu	Nhiệt độ		Độ mặn		Nhiệt độ × Độ mặn	
	F	p	F	p	F	p
Tỷ lệ đẻ trứng	24,09	0,000	0,40	0,669	0,97	0,420
Tỷ lệ đẻ con	18,69	0,000	0,71	0,49	0,27	0,024
Số cyst/lứa	89,49	0,000	0,26	0,77	3,35	0,011
Số naupli/lứa	10,83	0,000	2,42	0,091	3,59	0,007

Tỷ lệ đẻ trứng của *Artemia* trung bình dao động từ 16,9-40,7%. Ở nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt có tỷ lệ đẻ trứng thấp nhất (16,9%), thấp hơn nghiệm thức 26°C và độ mặn 80 ppt (23,8%). Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Ogello *et al* (2014), khi *Artemia* được nuôi ở điều kiện nhiệt độ 33°C thì tỷ lệ đẻ trứng rất thấp chỉ 18,3%. Ở nghiệm thức 26°C và độ mặn 80 ppt có tỷ lệ trứng cyst cao nhất (40,7%). Tỷ lệ đẻ con của *Artemia* trong thí nghiệm trung bình dao động từ 59,3-83,1%. Trong đó, nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt có tỷ lệ naupli/vòng đời cao nhất (83,1%), và thấp nhất ở nghiệm thức nhiệt độ 26°C và độ mặn 80 ppt (59,3%). Tỷ lệ naupli/vòng đời của thí nghiệm rất cao, cao hơn nhiều so với tỷ lệ trứng/cyst/vòng đời.

Kết quả Bảng 9 cho thấy, ở nhiệt độ cao (34°C) và độ mặn 80 ppt phần lớn *Artemia* chết sau khi đẻ nên tỷ lệ cyst/lứa thấp (9 cyst/lứa), theo Ogello *et al.* (2014) số trứng cyst/lứa của *Artemia* khi nuôi ở điều kiện nhiệt độ 33°C rất thấp trung bình khoảng 5,29 trứng Cyst/lứa. Ngoài ra, Nguyen Thi Ngoc Anh (2014) cũng cho rằng ở nhiệt độ 26°C số cyst/lứa của *Artemia* là 27 cyst/lứa, khi nhiệt độ tăng lên 30°C thì số trứng cyst giảm còn 12,7 cyst/lứa. Nhìn chung, số naupli/lứa của tất cả các nghiệm thức đều cao hơn so với số trứng cyst/lứa. Điều này cho thấy, ở điều kiện nhiệt độ hay độ mặn khác nhau thì *Artemia* vẫn đẻ naupli nhiều hơn trong cả vòng đời. Kết quả này phù hợp với Lê Trung Tâm (2013) và Nguyen Thi Ngoc Anh (2014), tác giả cho rằng số cyst/lứa luôn thấp hơn số naupli/lứa.

Bảng 9: Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến chỉ tiêu sinh sản của *Artemia*

Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (ppt)	Tỷ lệ đẻ trứng (%)	Tỷ lệ đẻ con (%)	Số cyst/lúa	Số Naupli/lúa
26	40	38,1±10,2 ^a	61,9±10,2 ^d	37,8±13,0 ^{abc}	61,17±14,5 ^{abc}
	60	38,3±10,8 ^a	61,7±10,8 ^d	33,5±12,1 ^{bcd}	53,8±13,8 ^b
	80	40,7±9,80 ^a	59,3±9,80 ^d	42,4±12,9 ^a	60,5±10,4 ^{abc}
30	40	33,9±9,60 ^a	66,1±9,60 ^{cd}	30,9±9,53 ^d	60,7±13,6 ^{abc}
	60	33,9±9,90 ^a	66,1±9,90 ^{cd}	35,0±11,3 ^{cbd}	67,9±12,6 ^a
	80	33,5±10,2 ^a	66,6±10,2 ^{cd}	31,7±11,4 ^{cd}	62,2±11,0 ^{ab}
34	40	24,9±13,0 ^b	71,8±20,9 ^{bc}	16,5±9,8 ^c	52,4±21,0 ^c
	60	24,5±19,5 ^b	75,5±19,5 ^{ab}	12,5±10,0 ^c	42,6±20,9 ^d
	80	16,9±31,0 ^b	83,1±31,0 ^a	9±14,5 ^c	58,8±24,9 ^{abc}

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$, TB±STD)

3.2.3 Ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ và độ mặn đến các đặc điểm sinh trắc trứng bào xác của *Artemia*

Đường kính trứng *Artemia* trung bình dao động từ 216,7-232,4 μm. Đường kính trứng *Artemia* thấp nhất ở nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt (216,7

μm), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức 26°C và 30°C ở độ mặn 40; 60; 80 ppt. Tuy nhiên, kết quả của nghiệm thức này không khác biệt ($p > 0,05$) so với nghiệm thức 34°C và độ mặn 40; 60 ppt (Bảng 10).

Bảng 10: Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến đặc điểm sinh trắc *Artemia*

Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (ppt)	Đường kính trứng (μm)	Kích thước phôi (μm)	Độ dày vỏ trứng (μm)	Kích thước naupli (μm)
26	40	230,8±5,3 ^b	200,3±5,10 ^a	15,3±7,0 ^{bcd}	415,7±8,60 ^a
	60	231,6±4,70 ^b	200,7±6,80 ^a	15,5±7,6 ^{bcd}	418,8±13,7 ^a
	80	231,4±6,9 ^b	200,0±6,0 ^a	15,7±8,5 ^d	419,1±13,6 ^a
30	40	232,4±9,6 ^b	200,4±5,9 ^a	16,0±10,0 ^d	421,1±5,50 ^a
	60	228,6±7,6 ^b	201,5±7,5 ^a	13,6±10,9 ^{abcd}	417,7±6,8 ^a
	80	230,2±7,5 ^b	199,9±6,2 ^a	15,2±6,9 ^{cd}	418±6,7 ^a
34	40	221,2±7,2 ^a	197,0±7,8 ^a	12,1±9,6 ^{abcd}	417,5±8,6 ^a
	60	219,4±11,4 ^a	196,8±5,8 ^a	11,3±14,3 ^{abc}	419,4±11,6 ^a
	80	216,7±7,11 ^a	196,5±5,7 ^a	10,2±10,8 ^a	421,0±8,20 ^a

Ghi chú: Các giá trị trên cùng một cột có các ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$, TB±STD)

Qua Bảng 10 cho thấy, kích thước phôi của *Artemia* trung bình dao động từ 196,8-201,5 μm. Kết quả phân tích thống kê cho thấy kích thước phôi của *Artemia* ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Độ dày vỏ trứng của *Artemia* ở các nghiệm thức dao động từ 10,2-16,0 μm. Nghiệm thức 34°C và độ mặn 80 ppt có độ dày vỏ trứng thấp nhất (10,2 μm), cao nhất ở nghiệm thức nhiệt độ 30°C và độ mặn 40 ppt (16,0 μm). Theo Browne *et al.* (1988), ở nhiệt độ cao *Artemia* cần nhiều năng lượng để điều hòa thân nhiệt dẫn đến ít năng lượng cho việc dự trữ sinh sản nên trứng có vỏ mỏng hơn.

Kích thước Naupli ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Trung bình kích thước Naupli ở các nghiệm thức dao động từ 415,7-421,1 μm (Bảng 10). Kích thước naupli của *Artemia* trong thí nghiệm này tương ứng với ghi

nhận của Nguyễn Văn Hòa và *ctv.* (2007), Naupli *Artemia* Vĩnh Châu có kích thước trung bình 400-420 μm.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Thời gian gây sốc oxy 30 phút có tác dụng kích thích *Artemia* đẻ trứng cyst nhiều nhất mà không ảnh hưởng đến khả năng sinh sản của *Artemia*.

Trong khoảng nhiệt độ 26°C và 30°C khi kết hợp với độ mặn 80 ppt được xem là thích hợp cho sự sinh trưởng và sinh sản của *Artemia*.

4.2 Đề xuất

Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian gây sốc oxy kết hợp với bổ sung EDTA Fe lên phương thức sinh sản của *Artemia franciscana*.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abatzopoulos T. J., N. E. Bermavi, C. Vasdekis, A.A. D. Baxevanis and P. Sorgeloos, 2003. Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia*. (International Study on *Artemia*. LXVI). *Hydrobiologia* 492: 191-199.
- Browne, R. A., Davis, L. E. and Salle, S. E., 1988. Effects of temperature and relative fitness of sexual and asexual brine shrimp *Artemia*. In: *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1988, Vol. 124, page: 1-20. Elsevier.
- Browne, R.A. and Bowen, S.T., 1991. Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In: *Artemia biology*. R.A. Browne, P. Sorgeloos and C.N.A. Trotman (Eds), CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, page 221-235.
- Le'ger P. H, D. A. Bengtson, S. L. Simpson and P. Sorgeloos, 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanography Marine Biol. Ann. Rev.*24:page. 521-623.
- Lê Trung Tâm, 2013. Ảnh hưởng của nồng độ muối và nhiệt độ lên các đặc điểm sinh trắc học sinh trưởng và sinh sản của các dòng *Artemia franciscana* (SFB). Luận văn cao học. Trường Đại học Cần Thơ- Khoa Thủy sản.
- Nguyen Thi Ngoc Anh, 2014. Effect of temperature on survival, growth and reproductive characteristics of *Artemia* (crustacea: Anostraca) from Vietnam and Iran. *International Journal of Artemia Biology*. ISSN:2228-754X, Vol. 4, No 1:3-17.
- Nguyen Van Hoa, 2002. Seasonal farming of the brine shrimp *Artemia franciscana* in artisanal salt pond in vietnam: effects of temperature and salinity. PhD thesis. University of Ghen. Belgium., pp. 1-184.
- Nguyễn Thị Hồng Vân, Dương Thị Mỹ Hân và Nguyễn Văn Hòa, 2011. Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng và sinh sản của hai dòng *Artemia* San Francisco Bay (SFB_VC) và Great Salt Lake (GSL). Kỷ yếu hội nghị Khoa học thủy sản lần 4. Trường Đại học Cần Thơ, pages: 126-136.
- Nguyễn Thị Ngọc Anh và Nguyễn Văn Hòa, 2004. Ảnh hưởng của phương thức thu hoạch đến năng suất sinh khối *Artemia* ở ruộng muối. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. Trang 256-267.
- Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thị Hồng Vân, Nguyễn Thị Ngọc Anh, Phạm Thị Tuyết Ngân, Huỳnh Thanh Tới, Trần Hữu Lễ, 2007. *Artemia* – Nghiên cứu và ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 134 trang.
- Ogello, E. O., Kembanya, E., Githukia, C. M., Nyohje B. M. and Munguti, J. M., 2014. The occurrence of the brine shrimp, *Artemia franciscana* (Kellog 1906) in Kenya and the potential economic impacts among Kenya coastal communities. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, ISSN:2347-5129. 1(5):151-156.
- Versichele D. and P. Sorgeloos, (1980). Controlled production of *Artemia* Cyst in batch cultures. *The brine shrimp Artemia*. Vol 3., pages 231-246.
- Van Stappen, G., 2002. Zoogeography. In: *Artemia Basis and Zoogeography*. In: *Artemia Basis and Applied Biology*. Abatzopolous Th.J, Beardmore J.A., Clegg J.S and Sorgeloos P. Kluwer Academic Publishers.