

## TỔNG QUAN VAI TRÒ CỦA ĐỘNG VẬT PHÙ DU TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

### OVERVIEW OF THE ROLE OF ZOOPLANKTON IN AQUACULTURE

**Trương Thị Bích Hồng**

Khoa Nuôi trồng thủy sản, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang

Email: hongtb@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 07/07/2025; Ngày phản biện thông qua: 25/12/2025 ; Ngày duyệt đăng: 25/03/2026

#### TÓM TẮT

Động vật phù du (ĐVPD) là tập hợp những loài động vật sống trong môi trường nước ở trạng thái trôi nổi, đa dạng và hữu ích. ĐVPD không chỉ là một mắt xích quan trọng của hầu hết các chuỗi và lưới thức ăn mà còn góp phần duy trì độ trong, cung cấp muối dinh dưỡng Nitơ (N) và Phốt pho (P) hòa tan duy trì sự phát triển ổn định cho thực vật phù du (TVPD) trong thủy vực. ĐVPD là nguồn thức ăn sống đầu tiên cho hầu hết ấu trùng của các loài giáp xác, thân mềm, cá bởi vì chúng là con mồi có nhiều kích thước vừa với cỡ miệng, dễ bắt do khả năng di chuyển chậm, dễ tiêu hóa và hấp thụ vì vỏ cơ thể mỏng, đáp ứng đủ nhu cầu dinh dưỡng của con non vì ĐVPD có hàm lượng dinh dưỡng cao. Trong nuôi trồng thủy sản (NTTS), sử dụng ĐVPD làm thức ăn đầu tiên cho ấu trùng đã góp phần sản xuất giống thành công nhiều loài cá, giáp xác, động vật thân mềm có giá trị kinh tế. Nhiều nhóm ĐVPD (luân trùng, râu ngành, chân mái chèo, Artemia) được nghiên cứu nuôi sinh khối hoặc thu trứng nghỉ để làm thức ăn cho ấu trùng động vật thủy sản, ĐVPD còn được nghiên cứu sử dụng như là biện pháp sinh học kiểm soát sự phát triển của TVPD, quản lý độ trong và cung cấp thức ăn tự nhiên cho đối tượng nuôi hướng tới NTTS thân thiện với môi trường và phát triển bền vững.

Từ khóa: Động vật phù du, nuôi trồng thủy sản, thức ăn sống, vai trò.

#### ABSTRACT

Zooplankton are a group of animals that live in the aquatic environment in a floating state, diverse and useful. Zooplankton are not only an important link in most food chains and webs but also contribute to maintaining water clarity, providing dissolved nitrogen (N) and phosphorus (P) nutrients, and supporting stable phytoplankton growth in aquatic environments. Zooplankton are the first live food source for most crustacean, mollusk, and fish larvae because they are prey of various sizes suitable for mouth size, are easy to catch due to slow movement, are easy to digest and absorb because of their thin body shells, and meet the nutritional needs of young animals due to their high nutritional content. In aquaculture, the use of zooplankton as the first feed for larvae has contributed to the successful seed production of many economically valuable fish, crustaceans, and mollusks. Many groups of zooplankton (rotifers, branchiopods, copepods, artemia) are studied for biomass culture or for collecting resting eggs to feed aquatic animal larvae. Zooplankton are also being studied for use as a biological control method to manage the development of phytoplankton, regulate water clarity, and provide natural food for aquaculture species, aiming for environmentally friendly and sustainable aquaculture.

Keywords: Zooplankton, aquaculture, live food, role

#### MỞ ĐẦU

ĐVPD là nhóm sinh vật dị dưỡng của cộng đồng sinh vật nổi. Trong môi trường sống, ĐVPD ăn TVPD, mảnh vụn hữu cơ và ngay cả các loài ĐVPD có kích thước nhỏ hơn. ĐVPD có kích thước đa dạng từ kích thước hiển vi (2-20  $\mu\text{m}$ ) như động vật nguyên sinh đến các loài ấu trùng cá, sứa có kích thước lớn (>20cm) [65].

ĐVPD đóng vai trò quan trọng trong chuỗi

và lưới thức ăn của thủy vực. Chúng là sinh vật tiêu thụ chính và tạo thành mối liên kết không thể thiếu giữa sinh vật sản xuất sơ cấp và động vật tiêu thụ bậc cao hơn trong chuỗi và mạng lưới thức ăn của thủy vực. ĐVPD có trong thủy vực phụ thuộc vào chất hữu cơ hòa tan trong môi trường và nhóm sinh vật sơ cấp (TVPD). ĐVPD phát triển mạnh có thể kiểm soát được sự phát triển của TVPD. TVPD và ĐVPD tạo thành hệ

thức ăn không thể thiếu của đa số các loài động vật ở thủy vực tự nhiên cũng như trong nuôi trồng thủy sản. Sự phong phú về thành phần loài và kích thước, giá trị dinh dưỡng cao của ĐVPD làm thức ăn thiết yếu cho ấu trùng, con non và cả con trưởng thành của các loài động vật sinh sống trong thủy vực [46, 51]

Trong nuôi trồng thủy sản, ĐVPD không chỉ là yếu tố then chốt để thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của nghề sản xuất giống các loài thủy sản có giá trị thương mại cao [33] mà còn góp phần quản lý được sự phát triển quá mức của TVPD trong ao nuôi. Giai đoạn đầu mới hết noãn hoàng của đa số các loài cá, giáp xác và động vật thân mềm đều sử dụng ĐVPD làm thức ăn đầu tiên. Trong đó, một số loài cá sử dụng ĐVPD làm thức ăn trong suốt vòng đời của chúng. Sự thành công trong sản xuất giống các loài cá có giá trị kinh tế phụ thuộc chủ yếu vào sự sẵn có về thành phần loài và mật độ của ĐVPD. Chúng có thể làm thức ăn từ giai đoạn ấu trùng bắt đầu ăn thức ăn ngoài đến giai đoạn tập ăn thức ăn công nghiệp. Thức ăn chính của ĐVPD trong ao nuôi thủy sản là TVPD, mật độ sinh lượng và thành phần loài của ĐVPD phụ thuộc vào sự phát triển của TVPD. Do đó, đã có nhiều nghiên cứu đề cập tới việc sử dụng ĐVPD kiểm soát TVPD trong ao nuôi trồng thủy sản [1, 28, 73]

Mặc dù có nhiều nghiên cứu đã đề cập tới vai trò cơ bản của ĐVPD trong hệ thống NTTS truyền thống. Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh của hệ thống nuôi trồng thủy sản hiện đại như nuôi thâm canh và siêu thâm canh đang tập trung vào thức ăn công nghiệp dẫn đến đánh giá chưa đầy đủ hoặc bỏ qua những tiềm năng tối ưu hóa của ĐVPD trong nuôi trồng thủy sản.

Do đó, bài báo này nhằm tổng hợp, phân tích và làm rõ những vai trò của các nhóm ĐVPD trong NTTS, bao gồm vai trò dinh dưỡng như, sinh thái học trong việc kiểm soát sự phát triển của TVPD điều hòa chất lượng nước hướng tới nuôi trồng thủy sản thân thiện với môi trường trong hệ thống nuôi đa thực dưỡng tích hợp.

### I. Động vật phù du làm thức ăn cho động vật thủy sản

ĐVPD là nguồn thức ăn quan trọng của ấu trùng giáp xác, cá và động vật thân mềm. Hầu hết giai đoạn ấu trùng của động vật thủy sản đều sử dụng ĐVPD là nguồn thức ăn chính. Đặc biệt, một số loài động vật thủy sản còn sử dụng ĐVPD làm thức ăn trong suốt vòng đời. Hầu hết các nhóm ngành động vật không xương từ động vật đơn bào đến động vật đa bào đều có đại diện của ĐVPD. Đa phần ĐVPD không có vỏ cứng bao ngoài, chúng đều dễ tiêu hóa và hấp thụ. Kích thước nhỏ như luân trùng phù hợp với cỡ miệng của ấu trùng cá. Kích thước đa dạng (ấu trùng nauplius, giai đoạn tiền trưởng thành (copepodid) và copepoda trưởng thành) của Copepoda khiến cho chúng trở thành thức ăn thích hợp cho các giai đoạn khác nhau của ấu trùng cá ở trại sản xuất giống [22]. Hầu hết ĐVPD sinh sản nhanh, tỷ lệ sống cao nên sinh khối quần thể tăng nhanh trong thời gian ngắn. Trong khi đó, quần thể tăng sinh khối nhanh là tiêu chí quan trọng để ĐVPD được chọn làm thức ăn sống trong trại sản xuất giống cá [8].

Một trong những yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng động vật thủy sản là chất lượng dinh dưỡng của thức ăn [81]. Bởi vì, ấu trùng động vật thủy sản luôn có nhu cầu dinh dưỡng cao được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1. Nhu cầu dinh dưỡng của ấu trùng động vật thủy sản**

Ấu trùng động vật thủy sản	Protein %	Carbohydrate %	Lipid %	Nguồn
Ấu trùng giáp xác	45-60	5-10	8-15	[45,64]
Ấu trùng nhuyễn thể	40-50	20-25	10-20	[80]
Ấu trùng cá biển	50-60	5-10	10-20	[30]

Hầu hết các loài ĐVPD có chứa nhiều acid béo thiết yếu, năng lượng và giá trị dinh dưỡng cao. Hàm lượng axit béo tổng số trên khối lượng khô của nhóm ĐVPD có kích thước >1000 µm là 62,9±11,8 mg/g. Các axit béo thiết yếu (EFA) chiếm 40,5 ± 0,8% tổng số axit béo.

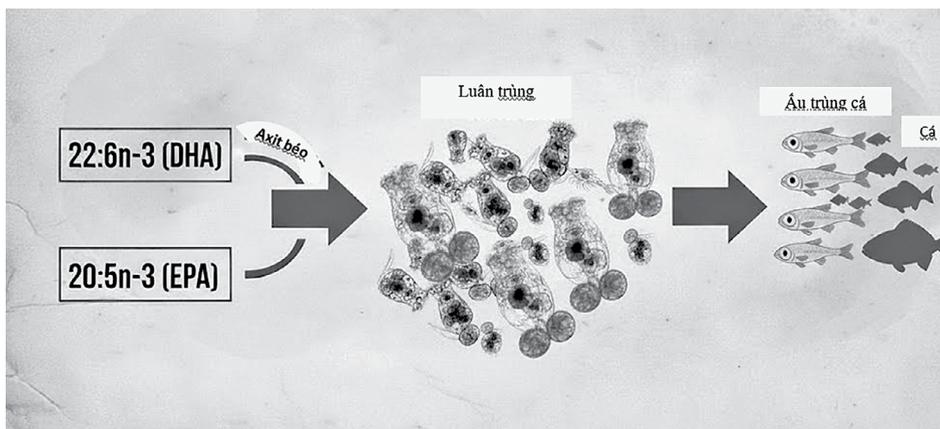
Trong đó 22:6n-3 (DHA) và 20:5n-3 (EPA) là những loài acid béo thiết yếu nổi bật nhất của ĐVPD [18]. Giá trị năng lượng của ấu trùng *Artemia* mới nở là 18,97 KJ/g [31]. Protein của động vật chân mái chèo thu ngoài tự nhiên đạt từ 67,3±0,4 tới 74,9±0,3% (Bảng 2).

**Bảng 2. Giá trị dinh dưỡng của động vật phù du**

Các nhóm động vật phù du		Protein %	Carbohydrate %	Lipid %	Ash	Nguồn
Artemia	Mới nở	50,6	25,7	14,2	9,4	[31]
Artemia	Nauplii	52,2± 8,8	14,8±4,8	18,9±4,5	9,7±4,6	[58]
	Trưởng thành	56,4±5,6	12,1±4,4	11,8±5,0	17,4±6,3	
Copepods	thu từ vùng nước ven biển	67,3±0,4	4,0±0,2 -	12,7±0,2 -	3,0±0,3 -	[56]
		74,9±0,3	7,9±0,1	17,8±0,3	4,8±0,1	
Cladocera		39,2± 1,7	-	4,9 ± 0.3	14,6 ± 1,4	[9]
Rotifers		52,6±0,9	9,7±0,4	8,9±0,1	1,6±0,3	[34]

Đối với nhóm loài ĐVPD có giá trị dinh dưỡng thấp thì chúng được nâng cao giá trị dinh dưỡng thông qua quá trình làm giàu. Các loại thức ăn sống truyền thống như luân trùng (*Brachionus* spp.) và *Artemia* nước ngọt có hàm lượng axit amin, axit béo thiết yếu, vitamin, khoáng chất thấp hơn nhiều so với động vật giáp xác tự nhiên vốn là nguồn thức ăn chính của ấu trùng cá biển. Do đó, chúng thường được làm giàu trước khi sử dụng làm thức ăn trong trại sản xuất giống [22]. Bởi vì, cả luân trùng và *Artemia* có đặc tính ăn lọc không

lựa chọn [47]. Thực tế, luân trùng và *Artemia* được làm giàu bằng nhiều chất dinh dưỡng khác nhau như dầu cá, dầu mực, vitamin hoặc các sản phẩm thương mại khác bao gồm men vi sinh và probiotics [23]. Giá trị dinh dưỡng của *Artemia* và luân trùng đều được tăng lên đáng kể sau khi làm giàu (Bảng 3). Cả hàm lượng protein và lipid của luân trùng và *Artemia* đều cao hơn so với nhóm đối chứng. Thành phần axit béo thiết yếu DHA và EPA của luân trùng và *Artemia* được cải thiện đáng kể thông qua quá trình làm giàu [34].



**Hình 1: Ứng dụng đặc điểm ăn lọc làm giàu luân trùng trước khi sử dụng làm thức ăn cho ấu trùng cá**

Axit amin và hàm lượng axit béo tự do cần thiết cho sự phát triển của ấu trùng động vật thủy sản. Chúng có vai trò quan trọng trong hoạt động trao đổi chất của cơ thể động vật vì chúng là thành phần của màng tế bào. Ấu trùng động vật thủy sản có thể lấy được các axit amin cần thiết cho sinh trưởng và phát triển từ ĐVPD. Khi phân tích thành phần hóa sinh của ĐVPD cho thấy, chúng chứa nhiều axit amin như Histidine, Threonine, Arginine, Valine, Phenylalanine, Isoleucine,

Leucine, Lysine [23]. Các loài động vật râu ngành như *Moina micrura*, *Diaphanosoma excisum* và luân trùng như *Brachionus calyciflorus* có 17 axit amin trong đó có 9 axit amin thiết yếu và 8 axit amin không thiết yếu [52]. Tỷ lệ giữa axit béo Omega-3 và Omega -6 cũng như tỷ lệ giữa axit béo bão hòa và không bão hòa trong cơ thể giáp xác râu ngành *Daphnia magna* hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu sinh trưởng giai đoạn cá hương của cá chép [9].

**Bảng 3. Dinh dưỡng của Artemia, luân trùng trước và sau khi làm giàu**

Động vật phù du		Protein	Moisture	Lipid	Ash	Nguồn
<i>Rotifer</i>	Control	52,59±0,87	9,65±0,37	8,96±0,06	1,62±0,31	[34]
	Làm giàu	54,62±0,65 -60,45±0,95	8,85±0,45 10,22±0,54	10,21±0,32 - 18,38±0,99	0,86±0,44 - 1,32±0,45	
<i>Artemia</i>	Control	4,67±0,28	6,05±0,2	0,45±0,22	0,72±0,01	
	Làm giàu	5,24±1,46 - 6,44±0,66	6,37±1,22 - 9,67±0,52	0,69±0,01 - 1,31±0,06	0,25±0,02 - 0,56±0,32	

Thành phần dinh dưỡng cho toàn bộ sinh khối luân trùng trước và sau khi kết thúc quá trình làm giàu (n-3 Top Rich, Olio w3, Red Pepper; Microalgae mix, Emulsion T (g/100 g khối lượng khô)

## II. Động vật phù du kiểm soát sự phát triển của thực vật phù du và điều hòa chất lượng nước, dinh dưỡng trong ao nuôi trồng thủy sản

Sự phong phú của TVPD trong ao nuôi trồng thủy sản chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, trong đó có đối tượng nuôi, hệ thống nuôi và chế độ cho ăn. Chế độ cho ăn là một trong những nguyên nhân chính tạo nên sự phú dưỡng của thủy vực nuôi trồng thủy sản [86]. Bởi vì, các đối tượng nuôi chỉ có khả năng sử dụng một tỷ lệ thấp những thành phần dinh dưỡng chính của thức ăn. Thức ăn thừa đã tạo ra một lượng chất hữu cơ, chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng [17]. Một phần các chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng sẽ qua quá trình khoáng hóa và trở thành dạng vô cơ gồm Nitrogen và Phosphorus hòa tan [59]. Nồng độ Nitrogen và Phosphorus hòa tan trong ao cao thường gây ra hiện tượng phú dưỡng dẫn đến thiếu oxy và bồi lắng trong môi trường do tảo tàn [12]. Trong ao nuôi, thức ăn thừa là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng tảo nở hoa. ảnh

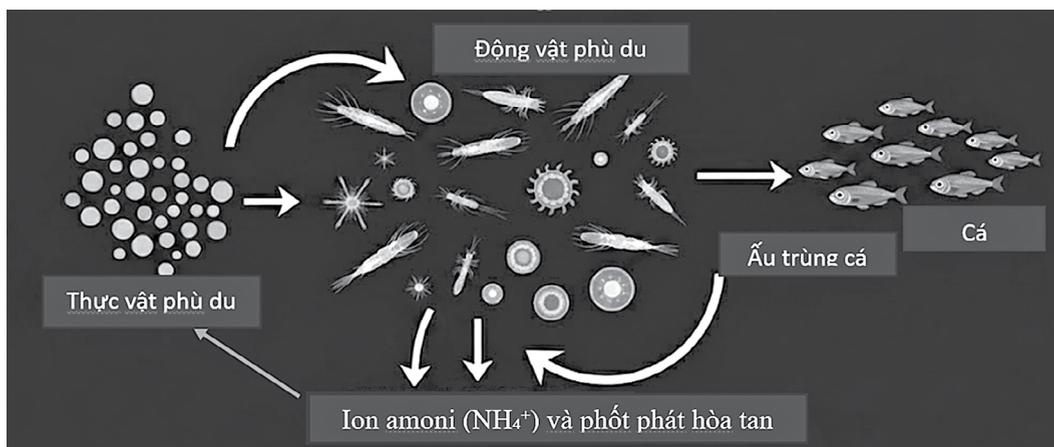
hưởng lớn tới đối tượng nuôi. Người nuôi có thể làm giảm tỷ lệ cá chết nếu ngăn cản được hiện tượng nở hoa sinh vật trong ao nuôi [38]. TVPD có thể được kiểm soát bằng nhiều phương pháp khác nhau bao gồm lọc, che nắng, giảm hàm lượng dinh dưỡng sử dụng thuốc diệt tảo hoặc sử dụng ĐVPD [16]. Trong đó, việc sử dụng ĐVPD để kiểm soát TVPD trong hệ thống nuôi trồng thủy sản và thủy vực tự nhiên đã được báo cáo từ nhiều thập kỷ và là giải pháp dựa trên cơ chế lọc sinh học của ĐVPD. Các loài ĐVPD, đặc biệt là giáp xác râu ngành (Cladocera) như *Daphnia*, một số loài giáp xác chân chèo (Copepoda) và luân trùng (Rotifer) là sinh vật ăn lọc hiệu quả. Chúng tiêu thụ một lượng lớn tế bào TVPD, vi khuẩn và các hạt vật chất lơ lửng khác trong cột nước. Thức ăn chính của ĐVPD là TVPD bao gồm tảo đơn bào hoặc tảo dạng chuỗi đa bào lơ lửng trong cột nước [38]. ĐVPD có thể xâm nhập vào ao nuôi theo hai con đường chính là ngoại sinh (chúng theo nguồn nước cấp vào trong ao

nuôi), nội sinh nhiều loài ĐVDP có trứng tiềm sinh như luân trùng, artemia có thể tồn tại trong điều kiện khô hạn hoặc điều kiện bất lợi trong thời gian dài, chúng nở khi điều kiện thuận lợi trở lại [24]. Do đó, sự phát triển mạnh mẽ quần thể ĐVDP trong ao có thể làm thay đổi mật độ quần thể tảo thông qua quá trình tiêu thụ tảo làm thức ăn [76]. Nhóm ĐVDP ăn lọc như động vật râu ngành (Cladocera) đã được chứng minh là có khả năng kiểm soát được mật độ TVPD trong thủy vực phú dưỡng. Các loài động vật râu ngành (Cladocera) có khả năng bắt TVPD làm thức ăn từ đó điều chỉnh mật độ của TVPD trong thủy vực đã góp phần làm môi trường nước trong thủy vực trở lên trong hơn [74, 36].

Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng, sử dụng ĐVDP để kiểm soát hiện tượng nở hoa của tảo trong nuôi trồng thủy sản thâm canh là phương pháp sinh học và thân thiện với môi trường hướng tới nuôi trồng thủy sản bền vững. Sự gia tăng mật độ ĐVDP ăn lọc (*Daphnia* sp.) đã làm giảm đáng kể sinh khối và mật độ của thực vật phù du, bao gồm cả tảo lam (Cyanobacteria)—loại tảo thường gây nở hoa độc hại và làm suy giảm chất lượng nước trong ao nuôi thâm canh [5, 66]. Tổng mật độ của TVPD, vi khuẩn đều giảm trong ao có sự hiện diện của ĐVDP với mật độ cao hơn. Đối với các ao có mật độ ĐVDP cao thì sắc tố hỗ trợ quang hợp của vi khuẩn lam và TVPD trong ao đều thấp. Ở ao mật độ ĐVDP

cao thì có ít hơn 51% chlorophyll, 58% sinh khối TVPD, 30% phycocyanin và 81% sinh khối vi khuẩn so với ao có mật độ ĐVDP thấp (ao được ngăn cản đưa ĐVDP vào thông qua việc lọc nước bởi lưới có cỡ mắt nhỏ (44,5 μm) [1]. ĐVDP thành công kiểm soát sự phát triển của TVPD khi chúng không bị bắt làm thức ăn bởi các loài động vật trong thủy vực [10].

ĐVDP góp phần duy trì độ trong và cung cấp dinh dưỡng trong ao nuôi trồng thủy sản. Sự gia tăng mật độ ĐVDP của ao nuôi trồng thủy sản chúng đã tiêu thụ lượng lớn tế bào tảo, chất hữu cơ lơ lửng trong ngày góp phần duy trì ổn định độ trong của nước, giảm nguy cơ tảo tàn, tránh gây ra hiện tượng suy giảm oxy hòa tan và tích tụ chất hữu cơ ở đáy ao [48]. ĐVDP đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp các chất dinh dưỡng như Nitơ (N) và Phốt pho (P) hòa tan cho thủy vực. Quá trình tiêu thụ tảo và các chất hữu cơ, ĐVDP đã hấp thụ Nitơ và Phốt pho có trong thức ăn. Sau đó, ĐVDP bài tiết các chất thải giàu Nitơ và Phốt pho ở dạng ion amoni và phốt phát hòa tan. Chúng điều chỉnh lượng bài tiết (N:P) dựa trên tỷ lệ N:P có trong thức ăn lấy vào theo mô hình cân bằng nội môi. Quá trình này đã cung cấp nguồn dinh dưỡng sẵn có cho sự phát triển ổn định của TVPD, gián tiếp hỗ trợ cho quá trình quang hợp và cung cấp oxy hòa tan cho thủy vực. [67]



Hình 2: ĐVDP là mắt xích trung tâm trong chuỗi thức ăn của thủy vực

### III. Sử dụng động vật phù du làm thức ăn trong sản xuất giống thủy sản

#### 1. Luân trùng (Rotifera)

Trong sản xuất giống thủy sản, việc lựa chọn loại thức ăn phù hợp cho giai đoạn đầu của ấu trùng động vật thủy sản góp phần tối ưu hóa sinh trưởng và tỷ lệ sống sót của ấu trùng. Thức ăn sống trong nuôi trồng thủy sản cần đảm bảo 5 tiêu chí bao gồm: (1) kích thước vừa với cỡ miệng của đối tượng nuôi, (2) sự phân bố và tập trung trong bể ương nuôi ấu trùng; (3) tổng số lượng sẵn có; (4) dễ tiêu hóa và hấp thụ (5) chất lượng dinh dưỡng cao [43].

Luân trùng được sử dụng phổ biến làm thức ăn ban đầu cho nhiều loài ấu trùng cá. Bởi vì, chúng đáp ứng đầy đủ tiêu chuẩn của loài được chọn làm thức ăn sống góp phần tối ưu hóa sự tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng cá. Luân trùng có kích thước nhỏ dao động từ 0,06 – 1,00 mm, vận động chậm, phân bố tập trung và giữ nguyên vị trí trong cột nước. Ở điều kiện thuận lợi luân trùng tăng sinh khối quần thể nhanh trong thời gian ngắn đáp ứng nhu cầu về số lượng thức ăn sống của các trại sản xuất giống thủy sản. Luân trùng có vỏ kitin rất mỏng dễ dàng cho quá trình tiêu hóa và hấp thụ chất dinh dưỡng bởi ấu trùng của các loài thủy sản. Luân trùng được coi là viên nang thức ăn sống để truyền chất dinh dưỡng cho ấu trùng cá [77, 42, 54, 43]. Những chất dinh dưỡng làm giàu luân trùng bao gồm các axit béo không bão hòa cao (chủ yếu là 22:6n-3 (DHA) và 20:5n-3 (EPA) cần thiết cho sự sống của ấu trùng cá biển. Ngoài ra, luân trùng còn được chọn là viên nang đưa kháng sinh vào cơ thể ấu trùng làm tăng tỷ lệ sống của đối tượng nuôi [43].

Với những ưu điểm vượt trội, nhiều loài luân trùng đã được nuôi sinh khối sử dụng làm thức ăn sống trong sản xuất giống thủy sản. Bao gồm *Brachionus rubens*, *B. calyciflorus*, *B. plicatilis*, *B. rotundiformis*, *B. falcatus*, *B. quadridentatus*, *B. diversicornis*. Trong đó,

loài *B. plicatilis* được sử dụng rộng rãi nhất và được chấp nhận như một loại thức ăn ban đầu trong sản xuất giống của nhiều ấu trùng cá và giáp xác biển. Loài này rộng muối có khả năng thích ứng tốt với môi trường nước lợ và nước mặn [72]. Chủ động nguồn luân trùng làm thức ăn cho ấu trùng động vật thủy sản đã đánh dấu những thành công đầu tiên trong lịch sử sản xuất giống cá biển của nhiều loài cá có giá trị kinh tế như cá đối (*Mugil cephalus*) [49], cá tráp vàng (*Sparus aurata*) [55], cá chêm (*Dicentrarchus labrax*) [7], cá bơn (*Scophthalmus maximus*) [39], cá măng biển (*Chanos chanos*) [41]. Luân trùng thường được sử dụng làm thức ăn đầu tiên khi ấu trùng cá bắt đầu ăn ngoài. Thời gian sử dụng luân trùng làm thức ăn cho ấu trùng cá phụ thuộc vào từng loài cá và theo từng quy trình sản xuất. Thông thường luân trùng được cấp làm thức ăn cho ấu trùng cá trong 3 đến 30 ngày đầu kể từ khi ấu trùng sử dụng thức ăn ngoài [63]. Trong sản xuất giống cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*), luân trùng được đưa vào trong bể ương để làm thức ăn cho ấu trùng cá từ ngày tuổi thứ 3 đến ngày tuổi 14 [50] hoặc từ ngày tuổi thứ 2 đến ngày tuổi thứ 10 [21].

Luân trùng có thể được chọn làm thức ăn đệm giữa giai đoạn cho ăn tảo và *Artemia* trong sản xuất tôm giống để cung cấp đầy đủ dinh dưỡng cho ấu trùng tôm phát triển. Luân trùng được cung cấp làm thức ăn cho ấu trùng tôm giai đoạn zoea 2-3 của các loài tôm thuộc giống tôm he như *Penaeus japonicus* [27], *P. kerathurus* [85]. Loài *P. indicus* có thể bắt mồi luân trùng làm thức ăn từ giai đoạn Zoea 1 [19].

Số lượng loài luân trùng nước ngọt nhiều hơn so với các loài luân trùng phân bố ở thủy vực nước lợ và nước mặn. Các loài thường được sử dụng làm thức ăn trong sản xuất giống cũng đều thuộc giống *Brachionus* bao gồm *B. rubens*, *B. calyciflorus*, *B. rotundiformis*, *B. falcatus*, *B. diversicornis*. Tuy nhiên, trong sản

xuất giống thủy sản nước ngọt việc sử dụng luân trùng nuôi sinh khối làm thức ăn cho con non của các loài cá là hạn chế. Bởi vì, nguồn thức ăn tự nhiên luôn sẵn có trong ao ương và là thức ăn phù hợp cho sinh trưởng và đảm bảo tỷ lệ sống cao ở giai đoạn cá hương của các loại cá nước ngọt. Khi đánh giá khả năng sử dụng 3 loài luân trùng thuần ở nước ngọt gồm *B. angularis*, *B. pala*, *B. calyciflorus* và một loài luân trùng nước lợ *B. plicatilis* trong ương cá tra giống khi cá bắt đầu bắt thức ăn ngoài cho thấy, cá tra được cho ăn *B. angularis* đạt tỷ lệ sống cao nhất 24,1% [29]. Trong khi đó, nghiên cứu ương cá tra giống bằng nguồn thức ăn tự nhiên gây nuôi trong ao đất cho thấy, việc duy trì mật độ ĐVPD từ 5-7 con/ml thì tỷ lệ sống của cá tra giai đoạn từ cá bột lên cá hương đạt tới 30,1±5,7% [57].

## 2. Chân mái chèo (chân kiếm - Copepoda)

Giáp xác chân mái chèo thường được sử dụng làm thức ăn sống cho ấu trùng nhiều loài cá biển bởi vì. Ấu trùng cá biển yêu cầu thức ăn có hàm lượng dinh dưỡng cao để trải qua quá trình biến thái, tăng trưởng tốt nhưng hệ tiêu hóa của chúng còn đơn giản, chưa hoàn thiện, chưa có chức năng dạ dày. Chúng chưa tiêu hóa được thức ăn công nghiệp. Vì vậy, ấu trùng cá cần có loại thức ăn vừa đảm bảo hàm lượng dinh dưỡng cao nhưng dễ tiêu hóa và hấp thụ như ĐVPD [15]. Trong khi đó, giáp xác chân chèo không chỉ đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của ấu trùng cá mà còn có nhiều kích cỡ khác nhau, di chuyển chậm, dễ tiêu hóa và hấp thụ [20]. Copepoda có giá trị dinh dưỡng cao đối với con non các loài thủy sản khi so sánh với luân trùng và Artemia [14]. Giáp xác chân chèo là nguồn cung cấp đầy đủ axit béo không bão hòa cao (HUFA), 22:6n-3 (DHA) và 20:5n-3 (EPA) cho ấu trùng cá biển [79]. Một số loài giáp xác biển có hàm lượng axit DHA và EPA (chiếm 60% tổng axit béo) [62]. Copepoda tự nhiên chứa các chất chống oxy hóa astaxanthin vitamin C và vitamin E

[75]. Giáp xác chân chèo có nhiều giai đoạn trong vòng đời, kích thước cơ thể dao động rộng từ 0,7 tới 10 mm phù hợp cho toàn bộ giai đoạn phát triển của ấu trùng cá [69]. Ấu trùng giáp xác chân chèo di chuyển theo kiểu giạt cục hoặc dích dắc, giai đoạn con non và con trưởng thành thì chúng di chuyển kiểu bơi nghỉ xen kẽ. Kiểu bơi này kích thích sự bắt mồi và làm tăng tốc độ bắt mồi của ấu trùng cá [13]. Nhiều loài giáp xác chân mái chèo Copepoda được chứng minh là thức ăn lý tưởng cho cá khi ở giai đoạn nhỏ. Trong sản xuất giống cá nước ngọt, các loài giáp xác chân mái chèo thuộc bộ Cyclopoida là nguồn thức ăn sống quan trọng. Ấu trùng nauplius của Cyclopoida là thức ăn phù hợp nhất cho cá mới bắt đầu ăn ngoài của cá chép [71] và những loài thuộc họ cá chép [82]. Trong sản xuất giống cá biển, các loài giáp xác chân mái chèo thuộc bộ Calanoida như *Acartia tonsa*, *Gladioferens imparipes*, *Temora longicornis*, *Pseudodiaptomus annandalei* đã được chứng minh là thức ăn tốt cho ấu trùng cá biển [26]. Trong đó, loài thuộc bộ Calanoida như *P. annandalei*, *P. serricaudatus* và *Acartia clausi* được sử dụng làm thức ăn sống cho ấu trùng các loài cá có giá trị kinh tế cao như cá mú, cá ngừ [15, 40]. Loài *Parvocalanus crassirostris* là thức ăn sống chính góp phần sản xuất thành công cá bướm gai (*Centropyge loricula*), cá mú chấm nâu (*Cephalopholis argus*) [2].

## 3 Artemia

Artemia được coi là thức ăn thích hợp cho hầu hết các nhóm động vật thủy sinh bao gồm cả động vật không xương sống như mực, côn trùng thủy sinh, giáp xác và động vật có xương sống như cá. Có hơn 85 % các loài động vật biển được cung cấp Artemia làm thức ăn trong suốt quá trình ương giống hoặc cung cấp kết hợp cùng với các loài ĐVPD làm thức ăn sống khác hoặc các loại thức ăn thương mại [37]. Trong sản xuất giống thủy sản, Artemia có nhiều ưu điểm để được lựa chọn làm thức ăn

sống cho ấu trùng giáp xác và cá biển. *Artemia* có giai đoạn trứng nghỉ (trứng bào xác khô) có thể bảo quản nhiều năm và chỉ cần ấp khoảng 24 giờ trong nước biển là có thể thu ấu trùng làm thức ăn cho đối tượng nuôi. *Artemia* có nhiều giai đoạn từ trứng búng dù, instar 1, instar 2, con non, con trưởng thành với kích cỡ khác nhau (từ 400  $\mu\text{m}$  tới 20mm) vừa với cỡ miệng của nhiều loại ấu trùng giáp xác và cá biển. Lớp vỏ bao ngoài của *Artemia* ở các giai đoạn đều rất mỏng dễ được tiêu hóa và hấp thụ bởi ấu trùng của các loại thủy sản. *Artemia* vận động liên tục đã kích thích khả năng bắt mồi của giáp xác và cá biển. *Artemia* có thành phần dinh dưỡng cao được thể hiện ở Bảng 2. Ngoài ra, *Artemia* có đặc tính ăn lọc nên có thể sử dụng *Artemia* làm bao sinh học đưa các chất dinh dưỡng cần thiết vào trong cơ thể của ấu trùng giáp xác và cá biển.

#### 4. Giáp xác râu ngành (Cladocera)

Hầu hết ấu trùng cá thích ăn giáp xác râu ngành bởi vì chúng hoạt động di chuyển giật cục theo đường dích dắc, điều này làm cho cá con dễ nhìn thấy con mồi hơn [11]. Giáp xác râu ngành được chọn làm thức ăn sống trong ương nuôi ấu trùng cá vì chúng có giá trị dinh dưỡng cao (Bảng 2) và có tính khả thi về mặt kinh tế khi nuôi sinh khối. Chúng thường phát triển mạnh ở các thủy vực có các hạt hữu cơ siêu nhỏ. Hạt hữu cơ dạng hòa tan cung cấp dinh dưỡng cho thực vật phù du phát triển. Trong khi đó, hạt hữu cơ dạng keo 0,001~1  $\mu\text{m}$ , dạng keo tính năng cao 1~100  $\mu\text{m}$  có thể làm thức ăn cho ĐVPD như giáp xác râu ngành [6]. Giáp xác râu ngành là nhóm loài rộng nhiệt, có khả năng thích nghi với việc thay đổi biên độ nhiệt độ rộng và khả năng điều chỉnh sự hiện diện của TVPD, hợp chất hữu cơ có trong nước thải. Trong vòng đời, giáp xác râu ngành cũng tham gia sinh sản đơn tính cái, tăng số lượng cá thể của quần thể rất nhanh trong thời gian ngắn [36]. Thực tế, giáp xác râu ngành đóng vai trò là nguồn năng lượng thiết yếu,

đặc biệt là dinh dưỡng cho ấu trùng cá hướng tới sự tăng trưởng tối ưu cũng như duy trì quá trình trao đổi chất của con non do hàm lượng protein và chất béo của giáp xác râu ngành cao. Tính theo khối lượng khô của sinh khối giáp xác râu ngành thì protein thương chiếm 50%, chất béo thường chiếm từ 20-27% [70].

Trong nuôi trồng thủy sản nước ngọt, các loài thuộc hai giống *Daphnia* và *Moina* đã được gây nuôi sử dụng làm thức ăn sống cho ấu trùng cá [60]. Loài *Daphnia magna* được khuyến khích gây nuôi sinh khối làm thức ăn sống trong nuôi trồng thủy sản vì chúng dễ nuôi, chi phí nuôi thấp và là nguồn cung cấp protein, vitamin, carbohydrate, lipid tự nhiên cho con giống thủy sản [32]. Trong thành phần dinh dưỡng của giáp xác râu ngành, hàm lượng protein là 45-70% và lipid là 11-27% [44]. Do đó, giáp xác râu ngành đáp ứng đầy đủ nhu cầu dinh dưỡng của cá giai đoạn bắt đầu ăn ngoài, cá hương và cá giống [36].

Trong nuôi trồng thủy sản nước mặn, việc nghiên cứu sử dụng giáp xác râu ngành làm thức ăn cho ấu trùng cá biển ít được quan tâm. Tuy nhiên, với khả năng sinh sản đơn tính cái gia tăng mật độ cá thể trong quần thể một cách nhanh chóng của *Moina mongolica* và khả năng thích ứng của loài này với độ mặn cao đã và đang mở ra hướng nghiên cứu sử dụng làm thức ăn cho ấu trùng cá biển [35].

## IV. Những hạn chế và hướng nghiên cứu động vật phù du

### 1 Hạn chế của ĐVPD

ĐVPD là nhóm sinh vật rất nhạy cảm với sự thay đổi về tính chất lý hóa học của môi trường nước. Thành phần loài và mật độ sinh lượng của ĐVPD không chỉ có sự biến động theo thời gian (ngày đêm, mùa vụ) mà còn theo cột nước. Các loài ĐVPD chiếm ưu thế thay đổi theo mùa. Sự chùng lún ở sinh thái của các loài ĐVPD vào mùa hè nhưng vào mùa đông không có điều này cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa cấu trúc quần xã ĐVPD với những

thay đổi theo mùa của các yếu tố môi trường như nhiệt độ, oxy hòa tan, độ mặn và mức độ dinh dưỡng. Một số loài giáp xác chân chèo (Copepoda) thay đổi tốc độ sinh sản theo nhiệt độ [83]. Cấu trúc và sự đa dạng về thành phần loài của quần xã ĐVPD được sử dụng làm sinh vật chỉ thị về sự thay đổi chất lượng nước của thủy vực. Quần thể *Daphnia barbata* cao không giải quyết nguyên nhân cơ bản của hiện tượng phú dưỡng, nhưng nó là dấu hiệu cho biết khả năng phục hồi của một hồ phú dưỡng [84].

Sự phát triển quá mức của một số loài TVPD đặc biệt là tảo độc có thể làm giảm mức độ phong phú ĐVPD. Hồ tự nhiên có độ đa dạng về thành phần loài ĐVPD cao hơn, trong khi đó hồ nhân tạo thì có mật độ ĐVPD cỡ nhỏ cao hơn, xu hướng này liên quan tới mức độ phú dưỡng của nước trong hồ [78].

ĐVPD còn bị hạn chế bởi khả năng di chuyển, do vậy mật độ sinh lượng của chúng phụ thuộc nhiều vào dòng chảy. Đối với các thủy vực, hệ thống nuôi ở dòng chảy như trên sông hoặc hồ chứa có dòng chảy liên tục, thời gian lưu nước ngắn thì tốc độ dòng chảy là một trong yếu tố hạn chế đối với sự phát triển và tăng sinh khối của ĐVPD. Khi nghiên cứu về cộng đồng ĐVPD trong một thời gian dài trên 16 năm ở hồ chứa với hai chế độ vận hành khác nhau (hồ chứa nước và hồ có dòng chảy) cho thấy, mật độ sinh lượng của ĐVPD đạt cao nhất ở hồ chứa nước không có dòng chảy trong khi đó thành phần loài ĐVPD cao nhất ở hồ có dòng chảy [53]

## 2 Hướng nghiên cứu về ĐVPD

ĐVPD là nguồn thức ăn không thể thay thế trong sản xuất giống của nhiều loài cá biển, chúng có giá trị tốt cho ấu trùng và cá con [3]. Một số nhóm loài chủ động được công nghệ nuôi như luân trùng. Hệ thống nuôi luân trùng đã được áp dụng đại trà hầu hết các trại giống đã chủ động nuôi sinh khối được nhóm ĐVPD này nhưng chất lượng của luân trùng sinh khối

chưa hoàn toàn đáp ứng nhu cầu của ấu trùng động vật thủy sản [61]. Trong khi đó, một số loài có giá trị dinh dưỡng cao như Copepoda thì các nghiên cứu mới chỉ tập trung ở quy mô phòng thí nghiệm. Hầu hết các nghiên cứu về giáp xác chân chèo quan tâm tới giá trị dinh dưỡng, sinh sản, tác động của biến đổi khí hậu tới vòng đời, kích thước của chúng và công nghệ nuôi được phát triển ở quy mô phòng thí nghiệm để cung cấp số lượng nhỏ sinh vật cần thiết cho công việc thí nghiệm [68]. Vì vậy, cần tiếp tục nghiên cứu tuyển chọn để đa dạng loài nuôi có giá trị dinh dưỡng cao. Nghiên cứu quy trình nuôi sinh khối lớn, ổn định những loài ĐVPD đã được lựa chọn thuộc lớp chân mái chèo (Copepoda) với chi phí thấp để chủ động nguồn cung cấp thức ăn sống cho trại giống. Nghiên cứu điều chỉnh chế độ cho ăn, tăng cường dinh dưỡng cho ĐVPD thông qua kỹ thuật làm giàu và bao sinh học để cải thiện giá trị dinh dưỡng của ĐVPD nhằm đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cao đặc biệt là axit béo thiết yếu (DHA, EPA), tăng cường sức khỏe đường ruột và tăng khả năng kháng bệnh của ấu trùng động vật thủy sản tiến đến nghiên cứu tạo ra thức ăn sống hiệu quả và bền vững cho ấu trùng nuôi trồng thủy sản, thay thế cho kháng sinh [4].

Phát triển hướng nghiên cứu tích hợp ứng dụng vai trò của ĐVPD từ thủy vực tự nhiên vào trong ao nuôi trồng thủy sản. Sử dụng ĐVPD để quản lý TVPD trong ao nuôi thủy sản như một phương pháp sinh học theo hai hướng chính. Thứ nhất kết hợp phát triển cả nguồn ĐVPD nội sinh và ĐVPD ngoại sinh để tăng mật độ sinh lượng ĐVPD trong ao. Thứ hai, thả nuôi đối tượng thủy sản với mật độ vừa phải để giảm số lượng động vật ăn ĐVPD để tạo hiệu ứng từ trên xuống trong chuỗi thức ăn giúp kiểm soát sự phát triển quá mức của tảo, cải thiện chất lượng nước đồng thời cung cấp thức ăn tự nhiên cho đối tượng nuôi [25].

## V. Kết luận và kiến nghị

### 1. Kết luận

ĐVPD có vai trò quan trọng trong nuôi trồng thủy sản. Chúng là thức ăn ưa thích của các loài động vật thủy sản (cá, giáp xác, động vật thân mềm) giai đoạn con non. Do đó, sử dụng ĐVPD làm thức ăn cho ấu trùng đã góp phần sản xuất giống thành công nhiều loài nhuyễn thể, giáp xác và cá có giá trị kinh tế.

ĐVPD đóng vai trò trung tâm của thủy vực cũng như ao nuôi trồng thủy sản. Chúng có khả năng kiểm soát mật độ TVPD, duy trì độ trong và cung cấp muối dinh dưỡng N, P dưới dạng hòa tan cho thủy vực góp phần duy trì sự phát triển ổn định nguồn thức ăn sơ cấp của thủy vực.

ĐVPD hạn chế bởi lưu tốc dòng chảy, mức độ phong phú của chúng phụ thuộc vào nồng độ dinh dưỡng và sinh vật sản xuất (TVPD). ĐVPD rất nhạy cảm với những thay đổi về tính chất lý hóa học của môi trường nước trong thủy vực, mùa vụ. Mật độ sinh lượng của ĐVPD bị giới hạn bởi nhiều yếu tố khác nhau như hàm lượng muối dinh dưỡng, động vật bắt mồi và dòng chảy của thủy vực.

### Tài liệu tham khảo

1. Angelea. P. Belfiore, Riley P. Buley, Edna G. Fernandez-Figueroa, Matthew F. Gladfelter, Alan E. Wilson, 2021. Zooplankton as an alternative method for controlling phytoplankton in catfish pond aquaculture.
2. Ajiboye. O. O, Yakubu A. F, Adams. T. E, Olaji. E. D, Nwogu N. A. (2016). A review of the use of copepods in marine fish larviculture, Rev Fish Biol Fisheries DOI 10.1007/s11160-010-9169-3
3. Aisyah. A, Shumpei I, Hee-Jin K & Nadiah W. R, 2024, Recent advancement of Zooplankton enriched with nutrients and probiotic isolates from aquaculture systems: a review *Journal of Applied Animal Research, Volume 52.*
4. Ashaari. A S Iehata, HJ Kim, N.W Rasdi 2024, Recent advancement of zooplankton enriched with nutrients and probiotic isolates from aquaculture systems: a review, Journal of Applied Animal Research
5. Attayde. J. L., & Hansson, L. A. (1999). Effects of nutrient and grazer manipulations on phytoplankton in temperate and tropical lakes. *Limnology and Oceanography*, 44(4), 1002–1011.
6. Bao W., Zhu S., Jin G., Ye Z. (2019). Generation, characterization, perniciousness, removal and reutilization of solids in aquaculture water: a review from the whole process perspective. Review in aquaculture Volume 11, Issue 4 Pages 1342-1366.
7. Barnabe. G., 1974. Mass rearing of the bass *Dicentrar chuslabrax* L. In J. H. S. Blaxter (ed), The Early Life History of Fish. Springer-Verlag, Berlin: 749-753

### 2. Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu tuyển chọn các loài ĐVPD có giá trị dinh dưỡng cao có khả năng nuôi sinh khối để chủ động nguồn thức ăn sống góp phần phát triển nghề sản xuất giống thủy sản cung cấp đủ con giống cho nuôi thương phẩm.

Nghiên cứu sử dụng ĐVPD kiểm soát sự phát triển của TVPD, duy trì độ trong, cung cấp muối dinh dưỡng trong NTTS nước ngọt, lợ, mặn phù hợp với điều kiện nuôi từng vùng miền hướng tới NTTS thân thiện với môi trường và phát triển NTTS theo hướng bền vững. Nghiên cứu tích hợp sử dụng ĐVPD làm thức ăn cho đối tượng NTTS trong hệ thống nuôi Biofloc, mô hình RAS và mô hình nuôi kết hợp nhiều loài thủy sinh ở các bậc dinh dưỡng khác nhau trong cùng một thủy vực.

Nghiên cứu ứng dụng đặc điểm sinh học ăn lọc không lựa chọn của ĐVPD vào cải thiện phương pháp làm giàu và bao sinh học để tạo ra thức ăn sống hiệu quả và bền vững cho ấu trùng nuôi trồng thủy sản, thay thế cho kháng sinh [4].

8. Binoy. B. and Imelda J., Zooplankton Culture for Mariculture, CMFRI Training Manual Series No.23/2020.
9. Bogut. Z. Adámek, Z. Pukadija, D. Galovi, D. Bodako, 2010. Nutritional value of planktonic cladoceran daphnia magna for common carp (*Cyprinus carpio*) fry feeding original scientific paper
10. Brooks. J.L., Dodson, S.I., 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science* 150, 28–35. <https://doi.org/10.1126/science.150.3692.28>.
11. Budhin. G, Vivekanand. S & Debangshu N. D., 2016, The Cladoceran as live Feed in Fish Culture: A Brief Review Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences
12. Burford. M.A., Costanzo, S.D., Dennison, W.C., Jackson, C.J., Jones, A.B., McKinnon, A.D., Preston, N.P., Trott, L.A., 2003. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Mar. Pollut. Bull.* 46 (11), 1456–1469
13. Buskey. E.J., C. Coulter, S. Strom (1993), “Locomotory patterns of microzooplankton: potential effects on food selectivity of larval fish”, *Bulletin of Marine Science*, 53(1), pp. 29 - 43.
14. Camus. T, Zeng C, McKinnon AD (2009) Egg production, egg hatching success and population increase of the tropical paracalanid copepod, *Bestiolina similis* (Calanoida) fed different microalgal diets. *Aquaculture* 297:169–175
15. Chen. B.N., J.G. Qin, M.S. Kumar, W. Hutchinson, S. Clarke (2006), “Ontogenetic development of the digestive system in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae”, *Aquaculture*, 256(1 - 4), pp. 489 - 501
16. Donaghay. P.L., Osborn, T.R., 1997. Toward a theory of biological-physical control of harmful algal bloom dynamics and impacts. *Limnol. Oceanogr.* 42, 1283–1296
17. Edwards. P., 2015. Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends. *Aquaculture* 447, 2–14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.001>
18. Eleonora. P, Boris E, Brian P.V. Hunt, Fabienne L.b G., Evgeny A. P., Frédéric P., Marine R., Philippe S., 2024 The nutritional quality of zooplankton in the sub-antarctic Southern Ocean during late austral summer, *Journal of Marine Systems*
19. Emmerson. W. D. 1984. Predation and energetics of *Penaeus indicus* (Decapoda: Penaeidae) larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia nauplii*. *Aquaculture*, 38:201-209.
20. Evjemo. J. O, Reitan KI, Olsen Y (2003) Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on the nutritional value. *Aquaculture* 227:191–210
21. Gomathi. P, Anil M.K, Ambarish P Gop, Surya S, (2023) Larval Rearing and Seed Production of Silver Pompano, *Trachinotus blochii*, by ICAR–Central Marine Fisheries Research Institute (Nur, 2008).
22. Hansen. B.W., 2017. Advances using copepods in aquaculture. *J. Plankton Res.* 39, 972–974.
23. Hamsah. W., Alimuddin, Munti Y., Muhammad Z. Jr, 2017 AACL Bioflux, Volume 10, Issue 1
24. Hairston. N. G. J.; Brunt, R. A. V.; Kearns, C. M.; Engstrom, D. R., 1995: Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. *Ecology* 76, 1706–1711.
25. Henerison. F, 2022 Zooplankton as a substitute for regulating phytoplankton in catfish pond aquaculture, *Global Journal of Fisheries Aquaculture*
26. Hernandez. M. O.G, Alvarez-L. L (2003) Culture experiments with *Oithona oculata* Farran, 1913 (Copepoda: Cyclopoida), and its advantages as food for marine fish larvae. *Aquaculture* 219:471–483
27. Hirata. H., M. Anastasios & S. Yamasaki, 1985. Evaluation of the use of *B. plicatilis* and *Artemia nauplii* for rearing prawn *P. japonicus* larvae on a laboratory scale. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 34: 27-36
28. Hu. He, K Chen, Y Du, K Li, Z Liu, E Jeppesen, M Søndergaard Increased nitrogen loading boosts summer phytoplankton growth by alterations in resource and zooplankton control: A mesocosm study. *Frontiers in*

- Environmental Science, 2021 frontiersin.org,
29. Huỳnh Thanh Tới, Huỳnh Thị Ngọc Hiền, Nguyễn Thị Hồng Vân, 2021 Sử dụng luân trùng làm thức ăn cho cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) bột, tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam.
  30. Izquierdo. M.S. et al. (2001), Nutrition, physiology, and pathology of fish larvae, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 139–1
  31. John. C. J. A., Abatzopoulos T. J., Marian P. M., 2004 Characterization of a new parthenogenetic *Artemia* population from Thamarakulam, India. *Journal of Biological Research* 2:63-74
  32. Jorge. C. M, Ocampo-Cervantes Jose Antonio, Castro-Mejía German, Cruz-Cruz Irina, Monroy-Dosta Ma del Carmen, Becerril Cortes Daniel, 2016. Laboratory production of *Daphnia magna* (Straus 1820) fed with microalgae and active dry yeast. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2016; 4(2): 548-553
  33. Kane. J. (1993). Variability of zooplankton biomass and dominant species abundance of Georges Bank (1997-1986). *Fisheries Bulletin*, 3, 464-474.
  34. Kamil. M E, 2018. Effects of Different Commercial Feeds and Enrichments on Biochemical Composition and Fatty Acid Profile of Rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller 1786) and *Artemia franciscana*, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, DOI: 10.4194/1303-2712-v18\_1\_09
  35. Kar. S., Das, P., Das, U., Bimola, M., Kar, D., Aditya, G., 2017. Culture of the zooplankton as fish food: observations on three freshwater species from Assam, India. *AACL Bioflux* 10, 1210–1220.
  36. Khan. M.A., Hasan, M.M., Sumon, K.A., Rashid, H., 2020. Culture of freshwater zooplankton *Daphnia magna* fed with different feed combination. *Bangladesh J. Fish* 32, 55–59.
  37. Kinne. O. (Ed.). 1977. *Marine Ecology. Volume III. Cultivation. Part. 2.* John Wiley and Sons, New York. USA. 1293 p.
  38. Kumar. J, S. Janardana Reddy & T. Suguna, 2020. Role of Plankton in Aquaculture, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 9 Number 9
  39. Kuhlmann. D., G. Quantz & U. Witt, 1981. Rearing of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) on cultured food organisms and postmetamorphosis growth on natural and artificial food. *Aquaculture* 23: 183-196.
  40. Lee. KW, Park HG (2005) Effects of temperature and salinity on productivity and growth of five copepod species. *J Kor Fish Soc* 38:12–19
  41. Liao. I. C., J. V. Juario, S. Kumagai, H. Nakajima, M. Natividad & P. Buri, 1979. On the induced spawning and larval rearing of the milkfish *Chanos chanos* (Forsk.). *Aquaculture* 18: 75-93.
  42. Lim. L.C., Dhert P. and Sorgeloos P. (2003). Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture*, 227,319– 331.
  43. Lubzens. E., A. Tandler & G. Minkoff, 1989. Rotifers as food in aquaculture, *Hydrobiologia* 186/187: 387-400. <https://www.researchgate.net/publication/225930989>
  44. Macedo. C.F., Pinto-Corlho, R.M., 2001. Nutritional status response of *Daphnia laevis* and *Moina micura* from a tropical reservoir to different algal diets: *scenedesmus quadricauda* and *Ankistrodesmus gracilis*. *Brazilian J. Biol.* 61 (4), 555–562. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842001000400005>.
  45. Mente. E. (2006). Protein nutrition in crustaceans. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture, Veterinary Science. Nutrition and Natural Resources*, 1(043), 1- 7 p.
  46. Michel. P.; Oberdorf, T., 1995: Feeding habits of fourteen European freshwater fish species. *Cybiurn* 19, 5–46
  47. Mohebbi. F., Azari A. M., Ahmadi R., Seidgar M., Mostafazadeh B., Ganji S., 2015 The effects of *Dunaliella tertiolecta*, *Tetraselmis suecica* and *Nannochloropsis oculata* as food on the growth, survival

- and reproductive characteristics of *Artemia urmiana*. *Environmental Resources Research* 3(2):111-120.
48. Mohammad. A. Baker S., Balaram M., Mobin H. S, Mohammad M. H., A. K. Shakur A. (2024). Plankton Abundance and its Nexus with Climatic and Water Quality Parameters in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodfish Ponds. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(2), 655-667.
49. Nash. C., C. M. Kuo & Connel. S. C. Mc 1974. Operational procedures for rearing larvae of the grey mullet (*Mugil cephalus*). *Aquaculture* 3: 15-24.
50. Nur M. J., Syamsul A. and Zakimin (2008), Breeding and seed production of silver pompano (*T. blochii*, Lacepede) at the Mariculture Development Center of Batam, *Aquaculture Asia Magazine*
51. Nunn. A. D.; Tewson, L. H.; Cowx, I. G., 2012: The foraging ecology of larval and juvenile fishes. *Rev. Fish Biol. Fish* 22, 377– 408.
52. Ovie. S.I. and Ovie S.O. (2006). Moisture, protein, and amino acid contents of three freshwater zooplankton used as feed for aquaculture larvae and post larvae. *Isr. J. Aquacult. – Bamidgeh*, 58(1), 29-33.
53. Pablo. HS Picapedra, Cleomar Fernandes, Juliana Taborda, Gilmar Baumgartner, Paulo V Sanches, 2020 A long-term study on zooplankton in two contrasting cascade reservoirs (*Iguaçu River, Brazil*): effects of inter-annual, seasonal, and environmental factors. *Ecology*
54. Pennak. R. W. 1989. *Freshwater invertebrates of the United States*. 3rd edition. John Wiley, New York, NY
55. Person-Le Ruyet, J. & P. Verillaud, 1980. Techniques d'élevage intensif de la Dauradedoree *Sparus aurata* (L.) de la naissance à l'âge de deux mois. *Aquaculture* 20:351-370
56. Perumal. P., Rajkumar. M & Santhanam. P, 2009 Biochemical composition of wild copepods, *Acartia spinicauda* and *Oithona similis*, from Parangipettai coastal waters in relation to environmental parameters *Journal of Environmental Biology* ©Triveni Enterprises, Lucknow (India)
57. Phạm Thanh Liêm, Võ Thanh Toàn và Nguyễn Hồng Quyết Thắng, 2020. Ảnh hưởng của mật độ và kích cỡ phiêu sinh vật lên tỉ lệ sống cá tra (*P. hypophthalmus*) giai đoạn cá bột, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
58. Philippe. L, David A. Bengtson, Patrick S, Kenneth L. Simpson, and Allan D. Beck. *Artemia Research and its Applications*. 1987. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in aquaculture
59. Qi. Z., Shi R., Yu Z., Han T., Li C., Xu S., Xu S., Liang Q., Yu W., Lin H., Huang H. (2019), Nutrient release from fish cage aquaculture and mitigation strategies in Daya Bay, southern China, *Marine Pollution Bulletin* 146 (2019).
60. Qin. J.G. and Culver D.A. (1996). Effect of larval fish and nutrient enrichment on plankton dynamics in experimental ponds. *Hydrobiologia*, 321, 109–118.
61. Rahman. A, Cob Z.C, Jamari Z, Mohamed A.M, Toda T, Ross O.H. (2018) The effects of microalgae as live food for *Brachionus plicatilis* (Rotifer) in intensive culture system. *Tropical life sciences research*.
62. Sargent. JR, Henderson RJ (1986) Lipids. In: Corner EDS, O'Hara SCM (eds) *The biological chemistry of marine copepods*. Oxford University Press, Oxford, pp 59–108
63. Sekar. M, Chinni B and Narasimhulu. S, 2023. Rotifer culture techniques for marine finfish larval rearing. By ICAR – Central Marine Fisheries Research Institute CMFRI.
64. Sheen. S. S., & Wu, S. W. (1999). The effects of dietary lipid levels on the growth response
65. Sieburth. J. McN., V. Smetacek, and J. Lenz (1978). "Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to nutrient cycling." *Limnology and Oceanography*, 23(6): 1256-1263.
66. Sipaúba-Tavares. L. H., et al. (2007). Zooplankton composition and abundance in fishponds with different fertilization regimes. *Brazilian Journal of Biology*, 67(1), 161–166.

67. Sterner. R. W. (1990). The ratio of nitrogen to phosphorus excretion and the elemental composition of zooplankton. *Limnology and Oceanography*, American Society of Naturalists
68. Støttrup. JG (2000) The elusive copepods. Their production and suitability in marine aquaculture. *Aquac Res* 31:703–711
69. Støttrup. JG (2003) Production and nutritional value of copepods. In: Støttrup JG, McEvoy LA (eds) *Live feeds in marine aquaculture*. Blackwell, Oxford, 318 pp.
70. Suresh. Kumar. R. (2000). Studies of freshwater cladocerans use as live food in aquaculture. Ph. D. thesis. University of Madras, Tamil Nadu.
71. Szlauer. B, L Szlauer. 1980. The use of lake zooplankton as feed for carp (*Cyprinus carpio* L.) fry in pond culture. *Acta Ichthyol. Piscat.* 10 (1): 79-102.
72. Tawaratmanikul. P., Viputanimat T., Mewan A. and Pokasap K. (1988). Study on the Suitable Moina density in Nursing the Giant Catfish, *Pangasianodon gigas*. Technical Paper No. 6/1988, Thailand:
73. Thu-Huong Huỳnh, Zsófia Horváth Károly Pálffy, Vivien Kardos, Beáta Szabó, Péter Dobosy, Csaba F. Vad, 2024 Heatwave-induced functional shifts in zooplankton communities result in weaker top-down control on phytoplankton, *Ecology and Evolution*, Wiley
74. Triest. L., Stiers, I., Van O, S., 2016. Biomanipulation as a nature-based solution to reduce cyanobacterial blooms. *Aquat. Ecol.* 50, 461–483.
75. Van. der Meren T (2003) Analysis of biochemical components in copepods for evaluation of feed quality for juvenile production of marine fish. Prosjek trapportnr 5 2003. Havfors kningsinstituttet, 39 pp
76. Vanni. M.J., 2002. Nutrient cycling by animals in freshwater ecosystems. *Annu. Rev.*
77. Velasco. S.Y. and Corredor S.W. (2011). Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: A review. *Rev. MVZ Cordoba*, 16(2), 2458–2469.
78. Wahidah. A.D.U, Fatimah M. Yusoff, Zetty Norhana Balia Yusof, Norulhuda Mohamed Ramli, Artem Y. Sinev and, Tatsuki Toda, 2024 Composition, Distribution, and Biodiversity of Zooplanktons in Tropical Lentic Ecosystems with Different Environmental Conditions, *MDPI Journal*
79. Watanabe. T (1993) Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *Aquac Soc* 24:152–161
80. Whyte. J.N.C. (1987). Biochemical composition and energy reserves of bivalve larvae *Aquaculture*, Volume 60, Issues 3–4, Pages 263–272.
81. Wotton. R, 1990. *Fishes. Ecology of teleost* Chapman & HaHall, London.
82. Wojciech. P., Andrew E. Goodwin, J. Eiras C., Barbara F. Nowak, 2004 Importance of Copepoda in Freshwater Aquaculture, *Zoological Studies* 43(2): 193-205 (2004).
83. Yanrong. Z., Zengqiang Y, Yan W, Guoxing L, Dawang Z, Jun Y, Lei Ch, Haifeng G, Yuxue Q & Tao Tian, 2024 Zooplankton Structure and Ecological Niche Differentiation of Dominant Species in Tahe Bay, Lushun, China MDPI, vol. 16(19), pages 1-17
84. Yirga. E., Solomon W, Assefa W. and Kassahun T., 2023, Zooplankton as ecosystem indicators and their effects on eutrophication in Lake Arekit (Ethiopia) – implication for freshwater habitat management *Journal of Freshwater Ecology*.
85. Yufera. M. & E. Pascual, 1984. La produccion de organismos zooplancton icos para la alimentacion larvaria en acuicultura marina. *Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq.* 119: 27 pp
86. Zhang. Y., Bleeker A. and Liu J. (2015) Nutrient discharge from China’s aquaculture industry and associated environmental impacts. *Environ. Res. Lett.* 10 (2015) 045002 (doi:10.1088/1748-9326/10/4/045002)