

Xử lý nước thải nuôi trồng thủy sản bằng phương pháp sinh học

Hoàng Văn Phong

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Luận văn ThS Chuyên ngành: Hoá môi trường; Mã số: 60 44 41

Người hướng dẫn: PGS.TS. Nguyễn Đình Bảng

Năm bảo vệ: 2011

Abstract: Đánh giá chất lượng nước thải trại sản xuất giống hải sản. Nghiên cứu thử nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh xử lý nước thải từ sản xuất giống cua xanh trên bể kính. Thử nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh trong sản xuất giống cua xanh.

Keywords: Hóa môi trường; Xử lý chất thải; Thủy sản; Phương pháp sinh học

Content

PHẦN 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phát triển sản xuất giống hải sản góp phần đảm bảo nhu cầu con giống cho sự gia tăng sản lượng nuôi. Hàng năm các trại sản xuất giống nói chung và cua biển nói riêng đã thải ra ngoài một lượng lớn nước không qua xử lý. Nước thải chứa thức ăn thừa, chất bài tiết, phân, vi khuẩn gây bệnh, kháng sinh... có khả năng gây hại cho vực nhận nước. Hậu quả là dịch bệnh ngày càng xảy ra thường xuyên với mức độ nghiêm trọng hơn.

Nghiên cứu xử lý nước thải bằng sinh học để có thể tái sử dụng nước, giảm bớt lượng nước cần thay trong ngày, ổn định môi trường cho ấu trùng phát triển đã đem lại hiệu quả thiết thực cho nhiều cơ sở sản xuất thủy sản nhất là những cơ sở có khó khăn về nguồn nước mặn.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế trên, chúng tôi tiến hành đề tài “**NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI NUÔI TRỒNG THỦY SẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC**”. Trong khuôn khổ luận văn thạc sỹ tôi lựa chọn đối tượng là nước thải từ hoạt động sản xuất cua biển (*Scylla serata*).

Mục tiêu đề tài

- Nghiên cứu xử lý nước thải trong trại sản xuất giống hải sản bằng phương pháp sinh học
- Góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước nuôi trồng thủy sản

Nội dung nghiên cứu

1. Đánh giá chất lượng nước thải trại sản xuất giống hải sản

2. Nghiên cứu thử nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh xử lý nước thải từ sản xuất giống cua xanh trên bề kính.
3. Thực nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh trong sản xuất giống cua xanh

PHẦN II. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Hiện trạng và nhu cầu thực tiễn

Nước thải từ hoạt động sản xuất giống hải sản ở nước ta chủ yếu được thải thẳng ra ngoài môi trường, không qua xử lý. Nước thải chứa thức ăn thừa, chất bài tiết, phân, vi khuẩn gây bệnh, kháng sinh... làm suy giảm chất lượng nước, gây tổn hại sinh cảnh, làm suy giảm đa dạng sinh học, nhiễm mặn đất, lan truyền bệnh, biến đổi gen của vi sinh do kháng sinh và đôi khi gây hiện tượng phú dưỡng cho vực nước nhận [Woolard, Irvine., 1995; Dahl và ctv., 1997; Furumai và ctv., 1998; Dincer AR và ctv., 2001].

Vì lợi ích bảo vệ môi trường nói chung và ngành sản xuất nuôi trồng thủy sản phát triển bền vững thì việc xử lý và tái sử dụng nước thải từ các trại nuôi giống là một trong những nhu cầu cần thiết. Tái sử dụng nước nuôi thủy sản đã được phổ biến ở nhiều nước phát triển trên thế giới [Colt J. 2006; Timmons và ctv., 2002], trong khi đó phương thức sản xuất trên chưa được áp dụng rộng rãi tại Việt Nam.

2.2. Những vấn đề về xử lý nước thải từ hoạt động sản xuất giống cua biển (*Scylla serrata*)

Tình hình sản xuất giống cua thế giới

Nghiên cứu sản xuất giống nhân tạo của biển được thực hiện từ những năm 1960 và dần được hoàn thiện. Đến nay quy trình sản xuất giống nhân tạo thành công với tỷ lệ sống của ấu trùng đạt từ 5- 10% từ giai đoạn Zoea đến cua bột.

Tình hình sản xuất giống cua ở Việt Nam.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu về sinh học và sản xuất giống nhân tạo của biển từ những năm 80 của thế kỷ trước nhưng đến những năm đầu của thập kỷ 90, các tác giả như Hoàng Đức Đạt, Đoàn Văn Đầu, Nguyễn Cơ Thạch đã tiến hành nghiên cứu các đặc điểm sinh học, sinh sản và sản xuất giống nhân tạo của xanh nhưng kết quả còn hạn chế. Đến nay quy trình sinh sản nhân tạo của biển đã bước đầu hình thành và được áp dụng rộng rãi trên cả nước.

Những nghiên cứu về ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng cua.

Ấu trùng cua đòi hỏi chất lượng nước sạch, không có tác nhân gây bệnh (vi khuẩn, ký sinh trùng...). Do đó xử lý nước có vai trò rất quan trọng đảm bảo cho sự phát triển ổn định của ấu trùng. Các phương pháp đang áp dụng phổ biến hiện nay đều khẳng định nước biển khi đưa vào bể ương

phải được lọc xử lý tiệt trùng bằng hoá chất (Mann et al 1999b; Parado-Esteba và Qunitio năm 1998; Qunitio et al, 2001; Williams et al, 1998;. Williams et al , 1999b;). Một số nghiên cứu cho biết cần thiết tái sử dụng nước tuần hoàn thông qua lọc sinh học, có cấy vi khuẩn nitrat (Baylon và Failaman năm 1999; Williams et al, 2002), duy trì sự ổn định chất lượng nước, hạn chế sức môi trường sẽ gia tăng tỷ lệ sống và sinh trưởng của ấu trùng cua (Mann et al, 1999b và Parado-Esteba Qunitio, 1998).

Để duy trì chất lượng nước sạch và đảm bảo ổn định tránh biến động lớn, phương pháp sử dụng nước tuần hoàn tái sử dụng nước thải đã và đang mang lại hiệu quả cao trong sản xuất giống hải sản. Chế phẩm sinh học có hiệu quả cao trong việc xử lý chất thải hữu cơ, duy trì sự ổn định của môi trường nuôi. Hiện có xu hướng dùng vi sinh vật trong nuôi trồng thủy sản để không chế dịch bệnh, cải thiện chất lượng nước đã được áp dụng phổ biến trên thế giới mang lại kết quả khả quan.

Sử dụng chế phẩm sinh học là việc áp dụng công nghệ sinh học giúp nâng cao và đảm bảo sản lượng như phương thức phòng bệnh tốt hơn, rẻ hơn và hiệu quả hơn so với việc sử dụng các kháng sinh. Các sản phẩm sinh học hoạt động như một phần trong tổng thể quản lý hoạt động sản xuất giống và nuôi thương phẩm bền vững nhằm chống lại nguồn gây bệnh trong qui trình nuôi.

PHẦN III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Đối tượng, phạm vi, thời gian và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu.

- Nước thải từ trại sản xuất giống nhân tạo cua biển (*Scylla serata*).
- Chế phẩm sinh học: chế phẩm Lymnozom

Phạm vi nghiên cứu

Các nghiên cứu được triển khai tại Trại nghiên cứu thủy sản nước lợ - Trung tâm Quốc gia giống Hải sản miền Bắc trong hệ thống sản xuất giống nhân tạo cua xanh.

Địa điểm nghiên cứu:

Trại nghiên cứu Thủy sản Nước lợ Hải Thành – Dương Kinh – Hải Phòng.

Thời gian nghiên cứu : Tháng 5/2011 đến 10/2011.

3.2. Phương pháp nghiên cứu.

Phương pháp bố trí thí nghiệm

Đánh giá chất lượng nước thải từ các trại sản xuất giống hải sản:

Thông qua thu mẫu nước thải từ các trại sản xuất giống hải sản khu vực Hải Phòng, tiến hành phân tích các thông số môi trường để đánh giá chất lượng nước thải.

Thử nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh xử lý nước thải trại sản xuất giống cua xanh trên bể kính.

Trên cơ sở phân tích tác dụng của các loại chế phẩm sinh học sử dụng trong trại sản xuất giống thủy sản, lựa chọn loại chế phẩm vi sinh phù hợp để thực nghiệm trong bể kính. Đánh giá hiệu quả xử lý môi trường của chế phẩm, kết quả thu được là cơ sở để áp dụng vào sản xuất

Các chỉ tiêu phân tích: pH, S%, T⁰, NH₄⁺-N, NO₂⁻, NO₃⁻, BOD₅, COD, Nts, Pts.

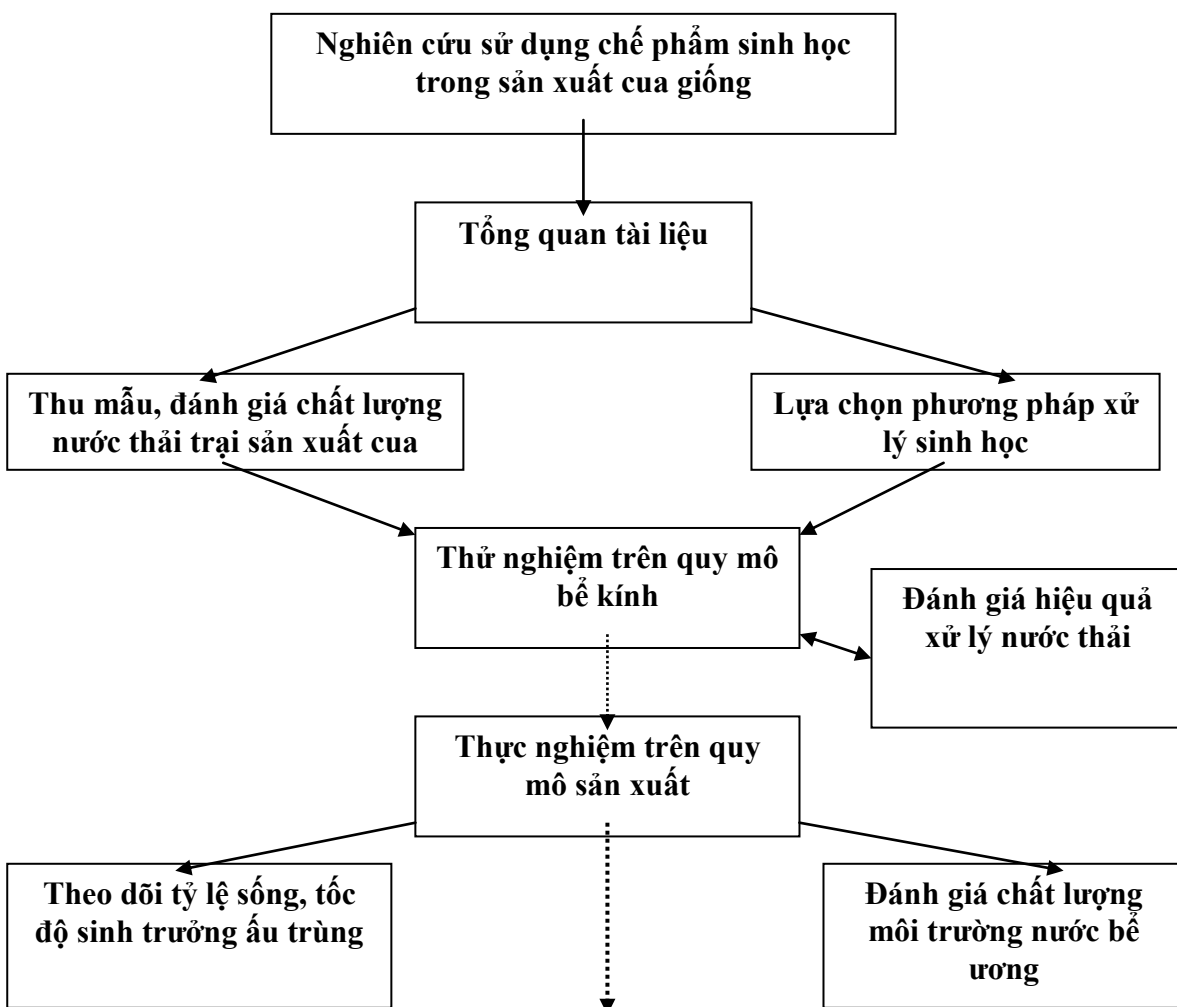
Thực nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh trong xử lý nước trại sản xuất giống cua xanh

Thí nghiệm được thực nghiệm tại Trạm Nghiên cứu Thủy sản Nước lợ - Dương Kinh – Hải Phòng.

Thử nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh (Lymnozyme) xử lý nước thải tái sử dụng trong sản xuất giống cua xanh.

Theo dõi diễn biến chất lượng nước, tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống và chất lượng của ấu trùng và cua giống để đánh giá tác dụng và hiệu quả của phương pháp xử lý sinh học. Đánh giá chất lượng nước thải sau khi xử lý, so sánh với tiêu chuẩn ngành và tiêu chuẩn quốc gia về nước thải nuôi trồng thủy sản đồng thời so sánh với các phương pháp khác.

3.3. Sơ đồ các nội dung nghiên cứu.



Kết luận và đề xuất

Hình 3.4: Sơ đồ khối nội dung nghiên cứu

PHẦN IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đánh giá chất lượng nước thải từ các trại sản xuất giống cua xanh tại Hải Phòng

Bảng 4.1: Thông số chất lượng nước thải

Mẫu nước	NH ₃ -N	NO ₂	BOD	COD	pH	S‰
ĐS1	1,25	0,89	10,12	14,1	7,8	29‰
	±0,91	±0,01	±0,07	±1,12	±0,11	
ĐS 2	1,32	0,95	10,56	13,7	7,8	
	±0,91	±0,01	±0,14	±1,16	±0,11	
ĐS3	1,27	0,85	10,86	12,2	7,8	
	±0,91	±0,02	±0,12	±0,81	±0,11	

4.2. Kết quả xử lý nước thải bằng chế phẩm vi sinh

4.2.1. Biến động các yếu tố thủy lý

Bảng 4.2: Biến động một số yếu tố môi trường trong bể thí nghiệm

Công thức	Giá trị	T (°C)		pH		DO (mg/l)		S‰
		Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	
CT1	Min	26,5	26,2	7,8	7,8	6,1	6,1	25‰
	Max	28,1	29,5	8,1	8,1	6,3	6,4	
	TB	27,5	28,2	7,9	8	6,2	6,2	
	±se	±0,91	±0,84	±0,11	±0,11	±0,07	±0,12	
CT2	Min	26,5	26,5	7,8	7,8	6	6,1	
	Max	29,1	29,3	8,1	8,1	6,4	6,5	
	TB	27,4	27,8	7,9	8	6,2	6,3	
	±se	±0,91	±0,84	±0,11	±0,11	±0,14	±0,16	
CT3	Min	26	26,1	7,8	7,8	6	6,2	
	Max	29,1	29,3	8	8,1	6,3	6,4	
	TB	27,4	27,8	7,9	7,9	6,1	6,3	
	±se	±0,91	±0,84	±0,11	±0,11	±0,12	±0,11	

4.2.2. Kết quả xử lý chất hữu cơ trong nước thải bằng chế phẩm vi sinh

Lần thu mẫu	NH ₄ ⁺ (mg/l)			NO ₂ ⁻ (mg/l)			NO ₃ ⁻ (mg/l)			N tổng số (mg/l)			BOD ₅ (mgO ₂ /l)			COD (mg/l)		
	TN1	TN2	ĐC	TN1	TN2	ĐC	TN1	TN2	ĐC	TN1	TN2	ĐC	TN1	TN2	ĐC	TN1	TN2	ĐC
Bắt đầu	0,953	0,953	0,953	0,857	0,857	0,857	5,623	5,623	5,623	8,919	8,919	8,919	9,00	9	9	11,2	11,2	11,2
03 ngày	0,413	0,372	0,913	0,153	0,138	0,835	0,819	0,744	5,575	1,528	1,473	8,514	6,50	6,20	8,70	8,70	8,40	10,70
06 ngày	0,405	0,368	0,887	0,142	0,127	0,862	0,932	0,851	5,413	1,774	1,615	7,873	5,20	5,00	7,60	7,16	7,20	9,60
09 ngày	0,743	0,735	1,372	0,158	0,176	0,982	2,017	1,723	4,194	4,238	4,073	7,032	4,40	4,2	7,4	6,8	6,7	8,9
12 ngày	0,708	0,712	1,366	0,132	0,147	1,073	2,009	1,705	4,201	4,106	4,003	7,026	3,40	3	7,2	5,9	5,8	8,3

Sau thời gian sử dụng chế phẩm vi sinh Lymnozyme, chất lượng nước được cải thiện rõ rệt. Sự có mặt của các chủng vi sinh vật trong chế phẩm đã thúc đẩy quá trình phân huỷ các hợp chất hữu cơ nhanh hơn so với quá trình tự làm sạch tự nhiên. Nước thải đã được làm sạch, với các thông số môi trường sau khi xử lý có thể tái sử dụng trong sản xuất ương nuôi ấu trùng.

4.3. Nghiên cứu sử dụng chế phẩm vi sinh trong trại sản xuất giống cua xanh (*Scylla serata*)

Lần thu mẫu	NH ₄ ⁺ (mg/l)		NO ₂ ⁻ (mg/l)		N tổng số (mg/l)		NO ₃ ⁻ (mg/l)		BOD ₅ (mgO ₂ /l)		COD (mg/l)	
	TN1	ĐC	TN	ĐC	TN	ĐC	TN	ĐC	TN1	ĐC	TN1	ĐC
Bắt đầu	0,052	0,053	0,02	0,037	0,556	0,519	0,432	0,475	1,52	1,55	2,33	2,34
7 ngày	0,123	0,183	0,040	0,085	1,125	1,514	0,532	1,234	2,40	2,78	3,45	4,02
14 ngày	0,220	0,337	0,050	0,122	1,977	2,873	0,989	4,201	3,20	4,64	4,37	6,25
21 ngày	0,343	0,672	0,08	0,222	2,456	3,632	1,122	4,194	3,89	6,57	5,11	8,11
28 ngày	0,508	0,86	0,12	0,76	3,223	5,626	1,142	5,623	4,25	8,22	6,54	10,22
35 ngày	0,658	1,06	0,13	0,98	4,256	6,626	1,256	5,777	5,07	10,52	6,84	12,44

Kết quả thí nghiệm cho thấy sự biến động của các yếu tố môi trường nằm trong khoảng phù hợp cho ấu trùng sinh trưởng và phát triển. So sánh chất lượng nước ở bể thí nghiệm sử dụng chế phẩm sinh học và bể đối chứng cho thấy có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Sử dụng chế phẩm sinh học có tác dụng cải thiện chất lượng nước hơn so với lô đối chứng.

4.3.3. Tỷ lệ sống của ấu trùng cua trong thí nghiệm

Bảng 4.14: Tỷ lệ sống và thời gian biến thái của ấu trùng trong thí nghiệm

Lô thí nghiệm	Tỷ lệ sống của ấu trùng của các giai đoạn Zoeae – Megalop (%)					Thời gian biến thái của ấu trùng các giai đoạn Zoeae –Megalop (h)				
	Z1-Z2	Z2-Z3	Z3-Z4	Z4-Z5	Z5-Me	Z1-Z2	Z2-Z3	Z3-Z4	Z4-Z5	Z5-Me
TN	75.2±2,32	72.5±3,58	68.67±5,60	70.29 ^b ±3.28	65.8 ^a ±3,90	83,00±6,57	80,00±6,57	72,67±2,87	86,33±2,87	85,00±4,97
ĐC	74.5 ±1,21	70.2.63±5,48	67.73±6,50	64.98 ^a ±5,82	52.5 ^a ±5,48	83,67±6,25	80,7±5,17	75,33±3,79	88,00±7,45	86,67±3,79

Ở các giai đoạn từ Z₁ chuyển sang Z₂,Z₃,Z₄ không có sự sai khác lớn về tỷ lệ sống giữa các bể thí nghiệm. Nguyên nhân do chất lượng nước phù hợp cho ấu trùng phát triển. Từ giai đoạn Z₃ chuyển sang Z₄ và giai đoạn Z₄ chuyển sang Z₅ ở lô thí nghiệm tỷ lệ sống cao hơn so với lô đối chứng (P<0,05). Ở giai đoạn Z₅ chuyển sang Megalope, lô thí nghiệm sử dụng chế phẩm có tỷ lệ sống cao hơn (13,3%) so với lô đối chứng. Đây cũng là thời điểm chất lượng nước ảnh hưởng tới quá trình biến thái của ấu trùng. Tác dụng của các chủng vi sinh vật trong chế phẩm đã có hiệu quả rõ rệt cải thiện chất lượng nước là một trong những nguyên nhân dẫn tới sự khác biệt về tỷ lệ sống của ấu trùng.

Các lô thí nghiệm và đối chứng không có sự khác biệt về thời gian biến thái từ giai đoạn Z₁ trung bình sau 83,67 giờ chúng chuyển sang giai đoạn Z₂. Sang giai đoạn chuyển từ Z₂ sang Z₃ thời gian biến thái 80,25 giờ. Giai đoạn Z₃ chuyển sang Z₄, 75,33 giờ từ giai đoạn Z₄ chuyển sang Z₅ và 80,67 giờ từ Z₅ sang Me.

Tỷ lệ sống của ấu trùng từ Me sang cua bột đạt 80,75^b ± 6,51 ở lô thí nghiệm và 64,05^a ± 9,01 ở lô đối chứng. So sánh kết quả giữa các công thức thí nghiệm thấy: Tỷ lệ chuyển cua bột của ấu trùng Megalopas ở công thức thí nghiệm sử dụng chế phẩm vi sinh cơ hơn so với lô đối chứng là 16,7 %. Sự chênh lệch tỷ lệ sống có thể do chất lượng nước ở bể sử dụng chế phẩm luôn ổn định và tốt hơn so với lô đối chứng.

PHẦN V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

5.1. Kết luận

5.1.1. Chất lượng nước thải từ trại sản xuất giống cua biển.

Các thông số cho thấy nước thải từ các trại sản xuất giống cua biển hầu hết bị ô nhiễm vượt quá tiêu chuẩn cho phép đối với nước thải ra khu vực nước ven bờ. Các chất ô nhiễm chủ yếu là hữu cơ sản phẩm của thức ăn thừa, phân thải của vật nuôi.

5.1.2. Hiệu quả của xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học sử dụng chế phẩm vi sinh

Sau 12 ngày thử nghiệm chế phẩm vi sinh, môi trường nước thải từ trại sản xuất giống cua biển đã được cải thiện rõ rệt. Như vậy loại chế phẩm vi sinh Lymnozyme có tác dụng trong việc làm sạch chất hữu cơ trong nước thải trại giống.

5.1.2. Hiệu quả của phương pháp xử lý nước thải bằng chế phẩm vi sinh ở quy mô sản xuất

Nhìn chung, các yếu tố môi trường theo dõi hàng ngày như: Nhiệt độ, pH, oxy hoà tan, độ mặn ở các bể thí nghiệm là tương đối ổn định, nằm trong phạm vi cho phép và không có sự khác nhau nhiều giữa các bể ương nuôi. Các chỉ số đánh giá ô nhiễm hữu cơ như NH_4^+ , NO_2 , H_2S , BOD_5 , COD đều có xu hướng tăng dần từ đầu đến cuối chu kỳ sản xuất. Kết quả phân tích ANOVA về hàm lượng NH_4^+ , NO_2 , H_2S , BOD_5 , COD giữa hai công thức thí nghiệm cho thấy có sự sai khác về mặt thống kê. Ở các bể sử dụng chế phẩm vi sinh các thông số chất lượng nước được duy trì trong ngưỡng phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của ấu trùng cua. Lô đối chứng tốc độ ô nhiễm tăng nhanh hơn, chất lượng nước ngày càng xấu đi và một số chỉ tiêu vượt ngưỡng phù hợp của ấu trùng.

- Về tỷ lệ sống

Tỷ lệ sống của ấu trùng ở các bể sử dụng chế phẩm cao hơn so với lô đối chứng 16,7% thời gian chuyển giai đoạn từ Z4 – Z5 và Z5 – Me của ấu trùng trong các bể thí nghiệm đều nhanh hơn so với lô đối chứng.

Như vậy, chế phẩm vi sinh Lymnozyme có tác dụng phân huỷ chất thải hữu cơ, duy trì ổn định và cải thiện chất trong bể ương ảnh hưởng tích cực tới tỷ lệ sống và hiệu quả sản xuất.

5.2. Đề xuất

Sử dụng các chế phẩm vi sinh vào hoạt động sản xuất giống cua biển nói riêng và thủy sản nói chung là một hướng đi đúng đắn, nên được khuyến khích và phổ biến rộng rãi.

Hiện nay việc sản xuất chế phẩm vi sinh ở Việt nam còn rất ít chủ yếu nhập khẩu nước ngoài, do vậy cần thiết nghiên cứu sản xuất chế phẩm vi sinh với các chủng vi khuẩn bản địa chắc chắn sẽ mang lại hiệu quả cao vừa giảm giá thành và tăng sức cạnh tranh với thị trường ngoài nước

References

Tiếng Việt

1. Nguyễn Đình Bảng. *Xử lý ô nhiễm môi trường nước*. ĐHKHTN-ĐHQG Hà Nội
2. Lê Văn Cát, Phạm Thị Hồng Đức, Lê Ngọc Lộc., 2008. *Nghiên cứu công nghệ tái sử dụng nước nuôi giống thủy sản nhằm mục đích phát triển sản xuất bền vững và kiểm soát ô nhiễm môi trường*.
3. Hoàng Đức Đạt (1993), *Kỹ thuật sản xuất cua giống và nuôi cua thương phẩm loài cua biển Scylla serrata (Forskall)*, Tập huấn khuyến ngư khu vực phía Nam. Cần Thơ 10 – 12/11/1993, Xuất bản Vụ quản lý nghề cá - Bộ Thủy sản.
4. Hoàng Đức Đạt (2004), *Kỹ thuật nuôi cua biển*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP Hồ Chí Minh.
5. Đoàn Văn Đầu (1995), Bước đầu thử nghiệm nuôi vỗ cua mẹ và ương nuôi ấu trùng cua biển (*Scylla serrata*), *Báo cáo Khoa học Hội nghị Sinh học biển lần thứ nhất 27 – 28/10/1995. Nha Trang 1995. Tháng 4/1975 – 4/1985*.
6. Trần Tứ Hiếu, Nguyễn Văn Nội, *Cơ Sở hóa học môi trường*. Đại học Khoa học tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội.
7. Khoa Thủy sản trường Đại học Cần Thơ (1994), *Kỹ thuật nuôi Thủy sản Nước lợ*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
8. Nguyễn Cơ Thạch (1999). "*Bước đầu sinh sản nhân tạo loài cua biển Scylla serrata*". Tuyển tập báo cáo khoa học Viện nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III
9. Nguyễn Việt Nam (2003). *Giáo trình nuôi và sinh sản giáp xác*.
10. Trương Trọng Nghĩa và Trần Ngọc Hải (2002). *Kỹ thuật nuôi cua biển*, Đại học Cần Thơ, Cần Thơ.
11. Nguyễn Cơ Thạch (2000). *Báo cáo khoa học “Nghiên cứu sinh sản nhân tạo cua biển loài cua Scylla paramanosain Estampador, 1949”*, Viện nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III.
12. Nguyễn Cơ Thạch và Trương Quốc Thái (1949). *Báo cáo kết quả nghiên cứu Ảnh hưởng của độ muối và thức ăn đến sự phát triển của giai đoạn phôi và ấu trùng cua Scylla serratvar.paramamosain Esstampador*.

13. Nguyễn Trung Tạng (2004). *Sinh học và sinh thái học biển*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
14. Trương Quốc Thái và Nguyễn Cơ Thạch (2000). *Ảnh hưởng của độ muối và thức ăn đến sự phát triển của giai đoạn phôi và ấu trùng của Scylla serrata và Scylla paramamosain Estampador*, 1949.
15. Viện nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III (2003). "*Quy trình sản xuất loài cua biển Scylla serrata*". Tuyển tập báo cáo khoa học Viện nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản III, NXB Khoa học kỹ thuật.

Tiếng Anh

1. Austin, B., Stuckey, L.F., Robertson, P.A.W., Effendi, I. and Griffith, D.R.W., 1995. *A probiotic strain of Vibrio alginolyticus effective in reducing diseases caused by Aeromonas salmonicida, Vibrio anguillarum and Vibrio ordalii*. J. Fish. Dis. 18: 93–96.
2. Baylon, J.C., Failaman, A.N., 1999. *Larval rearing of mud crab Scylla serrata in the Philippines*. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.).
3. Campos JL, Mosquera-Corral A, Sánchez M, Méndez R, Lema JM (2002) *Nitrification in saline wastewater with high ammonia concentration in an activated sludge unit*. Water Res. 36:2555–2560.
4. Catalan-Sakairi MAB, Wang PC, Matsumura M (1997) *Nitrification performance of marine nitrifiers immobilized in polyester and macro-porous cellulose carriers*. Fermentation and Bioeng. 84:563–571.
5. Catalan-Sakairi MAB, Yasuda K, Matsumura M (1996). *Nitrogen removal in seawater using nitrifying and denitrifying bacteria immobilized in porous cellulose carrier*. Water Sci. Technol. 34:267–274.
6. Churchill, G.J., 2003. *An investigation into the captive spawning, egg characteristics and egg quality of the mud crab (Scylla serrata) in South Africa*. MSc thesis. Department of Ichthyology and Fisheries Science. Rhodes University, Grahamstown, South Africa, 111 pp.
7. Clegg SL, Whitfield M (1995). *A chemical model of seawater including dissolved ammonia and the stoichiometric dissociation constant of ammonia in*

- estuarine water and seawater from -2 to 40°C. Geochimica et Cosmochimica Acta.* **59**:2403–2421.
8. Colt J. (2006). *Water quality requirement for reuse systems. Aquacultural engineering.* **34**:143-156.
 9. crab *Scylla serrata* from four locations in Southeast Asia. *Marine Biology* **128**, 55- 62.
 10. Dahl C, Sund C, Kristensen GH, Vredendregt L (1997) *Combined biological nitrification and denitrification of high-salinity wastewater. Water Sci. Technol.* **36**:345–52.
 11. Dincer AR, Kargi F (1999) *Salt inhibition of nitrification and denitrification in saline wastewater. Environ. Technol.* **29**:1147–1153.
 12. Dincer AR, Kargi F (2001) *Salt inhibition kinetics in nitrification of synthetic saline wastewater. Enzyme and Microbial Technology* **28**:661–665.
 13. Djunaidah, I. S., Wille, M., Kontara, E. K., Sorgeloos, P., 2003. *Reproductive performance and offspring quality in mud crab (Scylla paramamosain) broodstock feed different diets. Aquaculture International* **11** (1-2), 3-15.
 14. Fukami, K., Nishijima, T., Ishida, Y., 1997. *Stimulative and inhibitory effects of bacteria on the growth of microalgae. Hydrobiologia* **358**, 185–191
 15. Fuller R (1992) *Probiotics: History and Development of Probiotics.* Chapman & Hall, New York.
 16. Gildberg, A., Mikkelsen, H., Sandaker, E. and Ringo, E., 1997. *Probiotic effect of lactic acid bacteria in the feed on growth and survival of fry of Atlantic cod (Gadus morhua).* *Hydrobiologia* **352**: 279–285..
 17. Greenfield PF, Eckenfelder WW (2002) *The impact of sea water flushing on biological nitrification-denitrification activated sludge sewage treatment process. Water Sci. Technol.* **46**:209–216. Purkhold U.
 18. Heasman, M.P. and Fielder, D.R. (1983). *Laboratory spawning and mass rearing of the mangrove crab, Scylla serrata (Forsk.)*, from first Zoea to first crab stage. p. 303- 316 In: *Aquaculture*, **34**, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
 19. Hunik JH, Meijer HJG, Tramper J (1993). *Kinetics of Nitrobacter agilis at extreme substrate, product and salt concentrations. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **40**:442– 448.

20. Jayamanne, S. C. and Jinadasa, J., 1991. *Food and feeding habits of the mud crab, Scylla serrata Foscak inhabiting the west coasts of Sri Lanka*. *Vidyodaya journal of science*. 3, 61-70.
21. Jones, D. A., Jule, A. B. and Holland, L., 1997. Larval nutrition. IN: crustacean Nutrition. *Advances in World Aquaculture*. Volume 6.
22. Keen, C. P. Davie, P. and Mann D. 1998, "A revision of the genus *Scylla*, throughout the Indowest Pacific", *Raffles Bulletin of Zoology* 46.
23. Keenan and A. Blackshaw (Editors), 1999. *Mud crab aquaculture and biology. Proceedings of an International Scientific Forum held in Darwin, Australia, 21-24 April 1997*. ACIAR Proceedings No.78, 216 p.
24. Kennedy, S.B., Tucker, J.W.J., Thomersen, M. and Sennett, D.G., 1998. *Current methodology for the use of probiotic bacteria in the culture of marine fish larvae*. *Aquaculture '98 Book of Abstracts*, 286.
25. Kent E. Carpenter and Volker H. Niem, (1998), "*The living marine resources of the westem cental pacific*", vol 2: Cephalopods, Crustacean, Holothurians and sharks. Food and Agriculture organization of the United Nations.
26. Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M.A., Guzman-Mendez, B.E. & and Lopez-Madrid, W., (2003.) *Use of the bacteria Streptococcus faecium and Lactobacillus acidophilus, and the yeast Saccharomyces cerevisiae as growth promoters in Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. *Aquaculture* 216: 193–201
27. Li, S., Zeng, C., Tang, H., Wang, G., Lin, Q., 1999. *Investigations into the reproductive and larval culture biology of the mud crab, Scylla paramamosain: A research overview*. In Keenan, C.P.,
28. Blackshaw, A. (Eds). *Mud crab Aquaculture and Biology. Procedings of an International Scientific Forum*. Darwin, Australia, 21-24 Aprill 1997. ACIAR Proceeding No. 78, 121-124.
29. M. L. Seneriches-Abiera., F.Parado., G.A. Gonzales., 2007. *Acute toxicity of nitrite to mud crab Scylla serrata (Forsskål) larvae*. *Aquaculture Research*, Volume 38, Issue 14, 1495–1499, October 2007.
30. Mann, D., Asakawa, T., Blackshaw, A., 1999a. *Performance of mud crab Scylla serrata broodstock held at Bribie Island Aquaculture Research Center*. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.).

31. Mann, D., Asakawa, T., Pizzuto, M., 1999b. *Development of a hatchery system for larvae of the mud crab Scylla serrata at the Bribie Island Aquaculture Research Center*. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.).
32. Marichamy, R and S. Rajapackiam. 1991. *Experiments on larval rearing and seed production of the mud crab Scylla serrata* (Forsk.) In Angell, C.A. (ed) BOBP.
33. Moriarty, D. J. W. , 1999. *Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria*
34. Nair, S., Tsukamoto, K., Shimidu, U., 1985. *Distribution of bacteriolytic bacteria in the coastal marine environment of Japan*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 51(9), 1469-1473.
35. Nghia T.T., Wille, M. and Sorgeloos, P. 2001. *Overview of larval rearing techniques for the mud crab (Scylla paramamosain), with special attention to the nutritional aspects in the Mekong Delta, Vietnam*. In 2001 workshop on mud crab culture, ecology and fisheries, pp. 13-14. University of Cantho.
36. Overton J. L., Macintosh D.J. & Thorpe R.S. (1997) *Multivariable analysis of the mud*
37. Qunitio, E.T., Parado-Esteva, F.D., 2001. *Simulated transport of Scylla serrata zoeae at various loading densities*. *Asian Fisheries Science* 14 (2), 225-230.
38. Qunitio, E.T., Parado-Esteva, F.D., 2001. *Simulated transport of Scylla serrata zoeae at various loading densities*. *Asian Fisheries Science* 14 (2), 225-230.
39. Rengpirat, S. 1998. *Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp penaeus monodon survival and growth*. *Aquaculture* 167 (1998); 301-313
40. Rico-Mora, R., Voltolina, D., Villaescusa-Celaya, J.A., 1998. *Biological control of Vibrio alginolyticus in Skeletonema costatum (Bacillariophyceae) cultures*. *Aquacultural Engineering* 19, 1–6.
41. Sakai, 1999. *Current research status of fish immunostimulant*. *Aquaculture* 172: 63 -92.
42. Sugita, H., Matsuo, N., Hirose, Y., Iwato, M., Deguchi, Y., 1997. *Vibrio sp. strain NM 10, isolated from the intestine of a Japanese coastal fish, has an inhibitory effect against Pasteurella piscicida*. *Applied and Environmental Microbiology* 63 (12), 4986–4989.

43. Timmons M.B., et al (2002). *Recirculating aquaculture systems. 2nd edi. NRAC Publ. 2002*
44. Vaseeharan, B. and Ramasamy, P., 2003. *Control of pathogenic Vibrio spp. by Bacillus subtilis BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp Penaeus monodon*. Lett. Appl. Microbiol. 36: 83–87
45. Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., Verstraete, W., 2000. *Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review* 64, 655–671
46. Vredendregt LHJ, Nielsen K, Potma AA, Kristensen GH, Sund C (1997) *Fluid bed biological nitrification and denitrification in high salinity wastewater*. Water Sci. Technol. **36**:93–100.
47. Wang, Y.B., 2007. *Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp Penaeus vannamei*.
48. Williams, G.R., Ruscoe, I.M., Naylor, R., Moir, C., Shelley, C.C., 2002. *The effects of pre-conditioning culture water on mud crab Scylla serrata larval survival*. In: Book of abstracts of World Aquaculture 2002. International Aquaculture Conference and Exposition. Beijing, China, 23-27 April 2002, pp. 821.
49. Woolard CR, Irvine RL (1995) *Treatment of hypersaline wastewater in the sequencing batch reactor*. Water Res. **29**:1159–1168.
50. World Bank. (2001) *World Development Indicators*.
51. Yu SM, Leung WY, Ho KM, Yasuda K & Taga N (1980) *A mass culture method for Artemis salina using bacteria as food*. Mer 18: 53–62.
52. Yunus, T, L. Ahmad, Rusdi, and D. Makatutu. 1994a. *Experiments on larval rearing of the mangrove crab, Scylla serrata, at different salinities*, Research Journal on Coastal Aquaculture, 10 (3): 31-38.