

بیورمدیاسیون (Bioremediation) در سیستم های پرورش میگو

دکتر امراله قاجاری amrellahghajari@yahoo.com

سازمان دامپزشکی کشور- دفتر بهداشت و مبارزه با بیماری های آبزیان

مقدمه :

در طی سالیان اخیر آبی پروری بیشترین رشد را در بخش صنایع تولید مواد غذایی برای انسان ها داشته است. این بخش به طور متوسط دارای سرعت رشد سالانه ای معادل $8/9$ درصد از سال 1970 به بعد بوده است. این در مقایسه با رشد $1/2$ ٪ برای تولیدات صیادی و $2/8$ ٪ برای سیستم های تولید پروتئین موجودات خاکزی در همین دوره بسیار قابل ملاحظه است. در مقایسه با آبی پروری تولیدات صیادی به طور کلی دارای یک روند توقفی بوده است. اگر چه تولیدات صیادی برای بعضی از گونه ها در خلال دهه 1990 کاهش نداشته است لیکن بسیاری از ذخایر ماهیان اقیانوسی اکنون تحت فشار صیادی هستند. کاهش جهانی ذخایر آبزیان اقیانوسی و گسترش روز افزون جمعیت انسان ها دلایل قاطعی برای رشد روز افزون تولیدات آبی پروری می باشد. علاوه بر رشد موجود در این بخش، تولیدات آبی پروری می بایست در طی 2 دهه آینده 5 برابر وضعیت فعلی برسد تا حداقل پروتئین مورد نیاز برای تغذیه انسان ها را تامین کند. توسعه آبی پروری متراکم دارای تأثیراتی بر روی محیط زیست بوده است. در پروسه آبی پروری مقادیر زیادی از مواد آلاینده شامل غذاهای مصرف نشده و مدفوع تولید می شود. آب های خروجی از مزارع آبی پروری حاوی مواد مغذی و ترکیبات متنوعی از مواد آلی و غیر آلی نظیر آمونیوم، فسفر، کربن آلی حل شده و سایر مواد آلی می باشد. سطوح بالای مواد مغذی در آب باعث به هم خوردن کیفیت آب استخرهای پرورشی و نتیجتاً افزایش حضور ارگانسیم های پاتوژن و تولید گونه های جدیدی از پاتوژن های مهاجم می گردد.

در خصوص پرورش میگو نیز باید گفت که توسعه روز افزون میگوپروری در طی 30 سال اخیر به طور اساسی ناشی از افزایش سطح زیر کشت و همچنین توسعه روش های پرورش متراکم به منظور افزایش تولید در واحد سطح بوده است. امروزه با استفاده از تکنیک های جدید مدیریت پرورش و استفاده از گونه های مناسب، پرورش میگو به عنوان یکی از سودآورترین صنایع آبی پروری درآمده است. با میل و گرایش به تولید بیشتر در واحد سطح و افزایش تراکم میگو، مواد سمی مختلف در استخر تولید شده که در صورت عدم کنترل، باعث ضرر و زیان به میگو و نهایتاً کاهش تولید می گردد.

تولید ضایعات در پرورش متراکم میگو :

در سیستم میگو پروری متراکم مقادیر قابل توجهی از ضایعات و مواد ناخواسته تولید می شود که شامل فرآورده های متابولیک جانبی، باقی مانده های غذایی، مواد مدفوعی و باقی مانده های مواد دارویی و مواد

پیشگیری کننده اضافه شده می باشند. این مواد می توانند باعث از بین رفتن کیفیت آب و به هم خوردن شرایط اکولوژی مناسب درون استخرها و نتیجتاً شیوع بیماریها شوند. شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک محیط استخر دارای تأثیر مستقیمی بر روی سلامت میگوها و تولید نهایی در استخرها می باشد.

تماس میگوها با مواد سمی نظیر سولفید هیدروژن، آمونیاک و دی اکسید کربن باعث استرس و نهایتاً بروز بیماری می شود. انواع ضایعات تولیدی در مزارع آبی پروری اساساً با هم مشابه هستند ولی به هر حال تفاوت هایی در کیفیت و کمیت این ترکیبات بسته به گونه پرورشی و نوع پرورش وجود دارد. ضایعات در هچری ها یا مزارع پرورشی میگو را می توان به دسته جات زیر تقسیم کرد:

(۱) باقی مانده های غذایی و مواد مدفوعی

(۲) محصولات جانبی متابولیک

(۳) باقی مانده داروهای کشنده یا مهار کننده رشد موجودات ناخواسته و مواد شیمیایی که به منظور مهار رشد یا از بین بردن جمعیت میکروبی مضر درون استخر استفاده می شود

(۴) ضایعات مشتق شده از کودها

(۵) ضایعات تولیدی در خلال پوست اندازی میگوها

(۶) ضایعات ناشی از بین رفتن ناگهانی بلوم جلبکی

بیورمدیاسیون (Bioremediation):

حذف مواد سمی با استفاده از عوامل حیاتی را اصطلاحاً **Bioremediation** می گویند به عبارت دیگر افزایش کیفیت آب در فعالیت های آبی پروری با استفاده از میکروب ها یا آنزیم ها **Bioremediation** نامیده می شود.

معمولاً تعدادی از باکتری های هتروتروف تخریب کننده مواد آلی، باکتری های نیتروفره و دنیتروفره کننده و باکتری های فتوسنتز کننده در بیورمدیاسیون نقش دارند

وقتی میکرو یا ماکرو ارگانیسم و یا تولیدات آنها به عنوان افزودنی به منظور افزایش کیفیت آب استخر استفاده می شوند اصطلاحاً تحت عنوان بیورمدیاتور **Bioremediator** یا عامل **Bioremediating**

agent نامیده می شود. نتیجه این کار تجمع کمتر لجن یا مواد آلی در کف استخرها، نفوذ بهتر اکسیژن به داخل رسوبات و معمولاً یک محیط بهتر برای موجودات پرورشی داخل استخر می باشد.

یک بیورمدیاسیون موفق شامل:

✓ تنظیم میزان مناسب نیتروژن و فسفر به منظور ایجاد غلظت پایین آمونیاک

✓ تنظیم میزان مناسب نیتروژن و فسفر به منظور حذف مقادیر اضافی نیتروژن از استخرها به صورت گاز نیتروژن

✓ افزایش حداکثر اکسیداسیون سولفید به منظور کاهش تجمع H_2S در استخر

✓ افزایش منیراله کردن کربن در جهت تولید CO₂ به منظور کاهش میزان تجمع لجن
✓ افزایش بهره وری اولیه استخرها به نحوی که میزان تولید میگو را در استخر افزایش داده و بتوان دوره
های بیشتری از پرورش میگو را در طول سال داشت.
✓ ایجاد تنوع و تثبیت جمعیت میکروبی مفید استخر به نحوی که گونه های مضر نتوانند غالب شوند.

بیورمدیاتورها به عنوان عوامل کنترل کننده بیماری ها :

در سال های اخیر علاقه فزاینده ای در جهت کنترل بیولوژیکی میکروب های پاتوژن در آبی پروری
با استفاده از میکروارگانیسم های آنتاگونیست ایجاد شده است. مطالعات بر روی نقش باکتری های
آنتاگونیست بالاحص باکتری های همزیست به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی ارزش فوق العاده آنها را به
پجای تأثیر منفی آنتی بیوتیک ها نشان می دهد.

اغلب پروبیوتیک ها به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی در آبی پروری متعلق به باکتری های لاکتیک
اسید (Lactobacillus ، Carnobacterium و ...)، ویبریوها (Vibrio alginolyticus)، باسیلوس ها
و سودموناتس ها می باشند. آبراهام و همکارانش در سال ۲۰۰۱ میلادی بر روی فعالیت های آنتاگونیستی
باکتری آئروموناس بر علیه چند گونه از پاتوژن های فرصت طلب سخت پوستان در لارو میگوهای پنائیده
به صورت آزمایشگاهی مطالعه کردند و نشان دادند که گونه های آئروموناس فعالیت باکتری Vibrio
harveyi را مهار می کند و باعث افزایش بقای لارو میگوهای سفید هندی در شرایط مزرعه ای می
گردد.

میکروب های مفید نظیر سویه های غیر پاتوژن Vibrio alginolyticus را می توان به داخل سیستم
پرورش میگو تلقیح کرد و باعث مهار رشد و فعالیت باکتری هائی نظیر Vibrio harveyi ، Vibrio
splendens ، Parahaemolyticus و کاهش خسارات ناشی از تهاجم فرصت طلبانه این
پاتوژن ها به میگو گردید.

بیورمدیاسیون بقایای مواد آلی :

مواد آلی حل شده و یا معلق شده به طور عمده دارای زنجیره های کربن بوده و به شدت برای
میکروب ها و قارچ ها قابل مصرف می باشد. یک بیورمدیاتور مناسب بایستی شامل میکروب هایی باشد که
بتوانند به نحو مناسبی ضایعات حاوی مواد کربنی را در آب از بین ببرد. بعلاوه اگر این میکروب ها بتوانند
به سرعت تکثیر شده و دارای قابلیت آنزیمی بالایی باشند بهتر می توانند به این مهم کمک کنند. اعضای
جنس باسیلوس نظیر Bacillus Subtilis ، Bacillus Licheniformis ، Bacillus Cereus ،
Bacillus Coagulans و از جنس Phenibacillus باکتری هائی نظیر Phenibacillus
polymyxa مثال های خوبی از باکتری هایی هستند که برای بیورمدیاسیون بقایای مواد آلی مناسب
هستند. این باکتری ها به طور معمولی به اندازه کافی در ستون آبی استخرها وجود ندارند و محل طبیعی

زندگی آنها رسوبات می باشد. وقتی تعدادی از سویه های باسیلوس در میزان مناسب به آب اضافه می شوند می توانند تأثیرات قابل ملاحظه ای داشته باشند. آنها با باکتری های فلوری که به طور طبیعی در محیط وجود دارد برای به دست آوردن مواد مغذی مورد نیاز از بقایای مواد آلی نظیر غذاهای مازاد و یا حل شده در آب و مدفوع میگو رقابت می کنند.

به عنوان قسمتی از عملیات بیورمدیاسیون می توان باکتری های باسیلوس را تولید و با ماسه و شن مخلوط و پخش نمود تا در کف استخر مستقر شوند. همچنین لاکتوباسیلوس را می توان به همراه باسیلوس ها به منظور تجزیه بقایای مواد آلی استفاده کرد. این باکتری ها یک تنوعی از آنزیم ها را تولید می کنند که می توانند پروتئین ها و نشاسته را به مولکول های سبک تر بشکنند به نحوی که به عنوان یک منبع تأمین انرژی برای ارگانیزم ها عمل کند. حذف ترکیبات آلی درشت باعث کاهش کدورت آب می شود.

بیورمدیاسیون ترکیبات نیتروژنه:

یکی از مخرب ترین مواد دفعی در استخرهای پرورش میگو که ناشی از باز مانده های غذایی و متابولیسم میگو می باشد، آمونیاک غیر یونیزه بوده که به همراه نیتريت جزء ترکیبات نیتروژنه سمی برای میگو به حساب می آیند.

منبع اصلی تولید آمونیاک در استخرها ترشحات و مواد دفعی میگوها و استفاده از ترکیبات نیتروژنی بیش از حد نیاز استخرها و همچنین تولید مواد رسوبی حاصل از معدنی شدن مواد آلی و خروج و نشست گاز آمونیاک از رسوبات احیاء شده می باشد.

میزان NH_3 (آمونیاک) و NH_4^+ (آمونیم) بسته به میزان PH و دما در آب در حال تعادل هستند. مجموع این دو فاکتور روی هم رفته تحت عنوان نیتروژن کل (TAN) نامیده می شود. اگر چه هم NH_3 و NH_4^+ ممکن است برای میگو سمی باشد اما آمونیاک غیر یونیزه سمیت بیشتری دارد بدین دلیل که فاقد بار الکتریکی بوده و در چربی حلال بوده و بنابراین از سدهای بیولوژیک بسیار راحت تر از یون های NH_4^+ دارای بار الکتریکی و هیدرانه عبور می کنند. آمونیاک برای کشت میگوهای های تجاری در غلظت های بالای $1/5 \text{ mg N/L}$ سمیت دارد. در بسیاری از موارد سطح قابل قبول آمونیاک غیر یونیزه در سیستم های آبی پروری فقط $0/25 \text{ mg N/L}$ می باشد. در هر حال سطح حساسیت به آمونیاک به طور قوی وابسته به گونه، سن، ذرات جامد معلق، میزان مواد آلی، فلزات و نترات دارد.

کنترل تولید این دو ماده در استخر کمک شایانی به کاهش استرس، پیشگیری از بیماریها، جلوگیری از بروز سمیت های حاد و نتیجتاً افزایش تولید و بهره وری در پرورش میگو می گردد.

برای حذف نیتروژن آمونیاکی به طور معمولی سه راهکار تبدیل نیتروژن در سیستم های آبی پروری

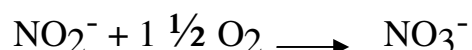
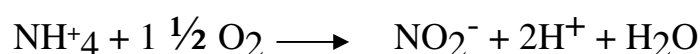
وجود دارد:

✓ حذف فتواتوتروفیک با استفاده از جلبک ها

✓ استفاده از باکتری های اتوتروف برای تبدیل نیتروژن آمونیاکی به نیتروژن نیتراتی (نیتروفیکاسیون)

✓ استفاده از باکتری هتروتروف برای تبدیل نیتروژن آمونیاکی به طور مستقیم به بیوماس میکروبی.

از بین این روش ها نیتروفیکاسیون باکتریایی عملی ترین روش برای حذف آمونیاک در سیستم های بسته پرورشی آبزیان می باشد و به طور رایج از طریق قرار دادن بیوفیلترهای شنی و ماسه ای به نحوی که به آب اجازه چرخش دهند مورد استفاده قرار می گیرند مکانیسم آن به شرح ذیل می باشد :



اکسید کننده های آمونیاک در ۵ جنس قرار می گیرند : نیتروموناس ، نیتروزویریو ، نیتروبولوس ، نیتروسیپرا ، نیتروکوکوس و اکسید کننده های نیتريت تحت ۳ جنس قرار می گیرند : نیتروباکتر ، نیتروکوکوس ، نیتروسیپرا .

همچنین تعدادی از باکتری های نیتروفاکس کننده هتروتروف هستند که فقط تولید مقادیر ناچیزی از نیتريت و نیترات کرده و اغلب از نیتروژن موجود در مواد آلی استفاده می کنند .

نشان داده شده است که نیتروفاکسها در محیط های پرورشی آلوده مؤثرتر هستند. نیتروفیکاسیون نه تنها باعث تولید نیترات می شود بلکه همچنین PH محیط را به آهستگی به طرف محدوده اسیدی برده و باعث تسهیل دسترسی به مواد محلول می گردد.

فیلترهای دنیتروفاکس کننده به تبدیل نیترات به نیتروژن کمک می کند. این فیلترها دارای نواحی بی هوازی هستند که باکتری های بی هوازی می توانند رشد کرده و میزان نیترات را در جهت تولید نیتروژن کاهش دهند. نیترات ممکن است چندین سیر بیوشیمیایی را بعد از تولید در پروسه نیتروفیکاسیون ادامه دهد.

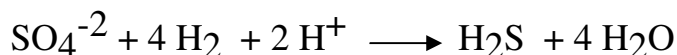


بر عکس تعداد محدود باکتری های دخیل در پروسه نیتروفیکاسیون ، حداقل ۱۴ جنس از باکتری ها می توانند باعث کاهش نیترات شده که در میان اینها از لحاظ تعداد سودوموناس ، باسیلوس و Alkaligenes غالبیت دارند.

بیورمدیاسیون سولفید هیدروژن :

سولفور به دلیل اهمیتش در رسوبات بی هوازی یکی از مواد مهم در آبرزی پروری است. در شرایط بی هوازی سولفور آلی به سولفید تجزیه شده و سولفید حاصل اکسید شده و به سولفات تبدیل می شود. سولفات به شدت در آب محلول بوده و به تدریج از رسوبات به داخل آب نفوذ می کند.

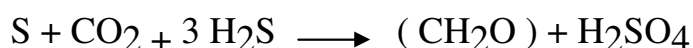
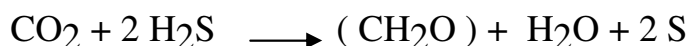
اکسیداسیون سولفیدها از طریق میکرو ارگانسیم های موجود در رسوبات صورت می گیرد. اگر چه این پروسه می تواند صرفاً از طریق روش های شیمیایی نیز صورت گیرد لیکن تحت شرایط بی هوازی سولفات ممکن است به جای اکسیژن در متابولیسم میکروبی قرار گیرند. این پروسه ها باعث تولید گاز هیدروژن سولفات می گردد. گاز H_2S از طریق یک سری واکنش های احیاء در میکرو ارگانسیم ها تولید می شود.



میزان زیاد مود آلی می تواند باعث تحریک تولید گاز H_2S و تشدید واکنش های احیاء بواسطه تعداد متنوعی از میکرو ارگانسیم های کف زی گردد.

H_2S در آب محلول بوده و گمان زده می شود که باعث تخریب آبشش و سایر بیماری ها گردد. H_2S غیر یونیزه فوق العاده برای میگوها سمیت دارد هرگونه غلظت قابل ردیابی گاز H_2S در صنعت پرورش میگو بایستی به عنوان ماده زیان آور لحاظ گردد.

باکتری های فتوسنتز کننده کف زی که H_2S را در کف استخرها می شکنند به طور گسترده ای در آبزی پروری استفاده می شود. این دسته از باکتری ها شامل باکتری های باکتریو - کلروفیل هستند که نور (طیف نوری آبی تا مادون قرمز را بسته به نوع باکتری باکتریو - کلروفیل) را جذب کرده و فتوسنتز را تحت شرایط بی هوازی انجام می دهند. این باکتری ها اصطلاحاً تحت عنوان باکتری های سولفور ارغوانی و سبز نامیده می شوند که در قسمت های بی هوازی در حد فاصل بین آب و رسوبات رشد می کنند. باکتری های فتوسنتز کننده ارغوانی غیر سولفور می توانند باعث تجزیه مواد آلی ، H_2S ، NO_2 و سایر مواد دفعی زیان آور در استخرها گردند. باکتری های سولفور سبز و ارغوانی H_2S با استفاده از طول موج هایی از نور که به وسیله پلانکتون ها جذب نگردیده اند می شکنند. باکتری های سولفور سبز و ارغوانی الکترون های از دست داده را از طریق شکستن H_2S در یک سطح انرژی پایین تری نسبت به باکتری های فتواتوتروف که H_2S را می شکنند به دست می آورد. بنابراین شدت نوری کمتری را برای انجام عملیات فتوسنتز نیاز دارند. معادله این واکنش به شرح ذیل است :



کروماتیاسه و کلروبیاسه دو تا از خانواده های باکتری های سولفور فتوسنتز کننده هستند که برای رشد به شرایط بی هوازی نیاز داشته و از نور خورشید و سولفید استفاده می کنند.

کروماتیاسه دارای ذرات سولفور در داخل سلول هایشان هستند ولی کلروبیاسه سولفور را در جداره بیرونی اشان رسوب می دهند

برای بیورمدیاسیون H_2S باکتری هایی متعلق به خانواده *Chromatioceae* و *Chlorobiaceae* را می توان به صورت انبوه کشت داده و به عنوان پروبیوتیک به استخر اضافه نمود. با توجه به اتوتروف و فتوسنتزیک بودن این باکتری ها کشت انبوه آن ارزان بوده و ارگانسیم های کشت داده شده را می توان بر روی دانه های شنی مستقر کرد و آن ها را به نحوی به کار برد که این دانه های شنی به کف استخر برسند و باعث کاهش سمیت حاصل از H_2S گردد.

غربالگری میکروب ها برای استفاده به عنوان *Bioremediators* :

میکرو ارگانسیم ها هم در گروه گرم مثبت ها و هم در گروه گرم منفی ها کارایی اشان به عنوان بیورمدیاتور در آبی پروری بوسیله محققین مختلف مورد آزمایش قرار گرفته است (Table 1). باسیلوس ها رایج ترین ارگانسیم های مورد استفاده در این زمینه می باشند و بعد از آن باکتری های آئروموناس و سودوموناس ها قرار دارند.

Table 1. Organisms used as bioremediators.				
Identity of the bioremediator	Source	Used on	Method of application	References
GRAM-POSITIVE BACTERIA				
<i>Bacillus</i> sp. 48	Common snook	<i>Centropomus undecimalis</i>	Added to water; reduced salinity	Kennedy et al. 1998
<i>Bacillus</i> sp	Commercial product	Penaeids	Water	Moriarty 1998
<i>Bacillus</i> sp	Commercial product	Channel catfish	Spread in pond water	Queiroz and Boyd 1998
Mixed culture, mostly <i>Bacillus</i> sp.	Commercial product	<i>Brachionus plicatilis</i>	Mixed with water	Hirata et al. 1998
GRAM-NEGATIVE BACTERIA				
<i>Aeromonas media</i>	Unknown	<i>Crassostrea gigas</i>	Mixed with water	Gibson et al. 1998
<i>Aeromonas</i> CA2	Unknown	<i>Crassostrea gigas</i>	Mixed with water	Douillet and Langdon 1994
<i>Photorhodobacterium</i> sp.	Unknown	<i>Penaeus chinensis</i>	Mixed with water	Xu-per communication 1997
<i>Pseudomonas fluorescense</i>	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Mixed with water to 10^5 or 10^6 cells ml^{-1}	Gram et al. 2001
<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Mixed in water	Spanggaard et al. 2001
<i>Roseobacter</i> sp. BS 107	Unknown	Scallop larvae	Mixed in water	Ruiz-Ponte et al. 1999

محصولات تجاری :

بیورمدیاتورها به صورت تجاری در دسترس بوده و به صورت اساسی شامل نیتریفایرها ، سولفور باکتری ها ، گونه های باسیلوس و سودوموناس ها می باشند.

Table 2. List of commercially available bioremediators for aquaculture applications.		
Product	Microbial content	Company / firm
ABIL nitrifying package	Nitrifiers	Tropical marine centre, London.
Alken clear-flo 1002	<i>Bacillus</i> sp.	Alken Murray Corp., New York.
Alken clear-flo 1100	Nitrifying bacteria	Alken Murray Corp., New York.
Alken clear-flo 1400	3 species of <i>Bacillus</i> + 2 species of Nitrifying bacteria	Alken Murray Corp., New York.
Ammonix	Nitrifying bacteria	Prowins Bio-Tech Pvt. Ltd., India.
Bactadecan	Nitrifiers	Enviro-Comp. Services, Inc., Dover, USA.
Biogreen	<i>Bacillus subtilis</i>	Activa Biogreen Inc., Wood Dale, USA.
Biostart	<i>Bacillus</i> sp.	Bio-CAT, Inc., Virginia, USA.
BRF-13A	<i>Nitrobacter</i> , <i>Nitrosomonas</i>	Enviro-reps., Ventura, CA, USA.
BRF-1A	Nitrifying bacteria	Enviro-reps. Ventura, CA, USA.
BRF-4	<i>Nitrobacter</i> , <i>Nitrosomonas</i>	Enviro-reps. Ventura, CA, USA.
BRF-4	Nitrifying bacteria	Enviro-reps. Ventura, CA, USA.
BZT® Aquaculture	Nitrifiers	United-Tech, Inc., Indiana, USA.
Detrodigest	<i>Bacillus</i> sp.	NCAAH, CUSAT, India.
Eutroclear	Nitrifying bacteria	Bioremediate. Com, LLC, Atlanta.
Nitroclear	<i>Nitrobacter</i> , <i>Nitrosomonas</i>	Bioremediate. Com, LLC, Atlanta.
PBL - 44	Nitrifying bacteria / <i>Bacillus</i> sp.	Enviro-reps. Ventura, CA, USA.
Probac BC	<i>Bacillus</i> sp.	Synergy Biotechnologies, India.
Pronto	<i>Bacillus</i> sp.	Hort-Max Ltd., New Zealand.
Ps-1	<i>Pseudomonas</i> sp.	NCAAH, CUSAT, India.
Remus	Nitrifying bacteria	Avecom, Belgium.
Super PS	Sulphur bacteria	CP aquaculture Pvt. Ltd., India.

نتیجه گیری :

اگر چه تاکنون چندین نوع از محصولات تجاری برای استفاده در آبی پروری به منظور تمیز کردن کف استخرها و به دست آوردن کیفیت مناسب آب و ارتقاء سلامتی و بهداشت میگوها بالاخص در سیستم های پرورش متراکم تولید شده است لیکن این مقوله هنوز در ابتدای راه می باشد.

استفاده از باکتری ها به عنوان پروبیوتیک و یا بیورمدیاتور برای کنترل پاتوژن ها و بهبود شرایط پرورش میگو روز به روز بیشتر می شود.

تحقیقات کاربردی بر روی مدیریت اکولوژی میکروبی استخرها می تواند باعث تولید یافته های با ارزش گردد. برای افزایش بهره وری و کاهش خسارات ناشی از به هم خوردن کیفیت آب استخرها به نظر می رسد که استفاده از بیورمدیاتورها تدریجاً در حال افزایش بوده و موفقیت های آینده آبی پروری در گرو موفقیت عملکرد بیورمدیاتورها می باشد به نحوی که اگر از طریق تحقیقات دامنه دار اثرگذاری آنها

مورد تأیید قرار گیرد و به نحو عاقلانه ای به کار گرفته شوند ممکن است به عنوان یک محصول ارزشمند راهگشای آینده صنعت میگو پ مطرح گردند.

منابع :

1-Antony. S.P., Philip. R (2006) Bioremediation in Shrimp Culture Systems., NAGA, WorldFish Center Quarterly Vol. 29 No. 3 & 4 Jul-Dec 2006

2-Crab.r.,Avinimeleh.y.,Defoirdt.T.,Bossier.P.,Verstrate.W.,2007.Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production.Aquaculture 270 :1-14

3- Kirshani.KK.,Gupta,B.P.,Parimala,V.,Abraham.M.,2005., Bioremediation of Nitrogenous Toxicants from shrimp farm wastewater using Agricultural waste material,The Annual international conference on contaminated soils ,sediments and water

4-Krishnani.KK.,Parimala.V,Gupta.BP.,Azad.IS.,Meng.X.,Abraham.M.,2006. Bagass-assisted Bioremediation of ammonia from shrimp farm wastewater,Water- environ Res.Vol 78(9): 38-50