

عنوان	استفاده از پروبیوتیکها در آبزیان
نویسنده	علی بزازادکان ( کارشناس ارشد تغذیه)
مترجم	

### مقدمه

مدتها پیش از این میکروبها بصورت ناآگاهانه جهت نگهداری غذا استفاده می‌شدند و این روش تجربی جهت بهبود سلامتی انسان نیز بکار گرفته می‌شد. در اوایل قرن بیستم مچنیکف پیشنهاد جایگزینی باکتریهای اسید لاکتیک در داخل روده انسان را بعلت متوقف کردن فعالیت سایر میکروبهای زیان آور داد. ولی استفاده از پروبیوتیکها به مفهوم جدید تقریباً از بیست و پنج سال قبل آغاز گردید و به مدت چندین سال در جوامع علمی بررسی گردید. برای پروبیوتیکها چندین تعریف ذکر گردیده است. از جمله آنکه پروبیوتیکها ارگانیس‌مهایی هستند که در تعادل میکروبی روده نقش دارند، ولی این تعریف در بیشتر موارد صدق نمی‌کند به همین دلیل بر اساس تعریف جدید پروبیوتیکها میکروبهای زنده‌ای هستند که به عنوان مکمل غذائی جهت بهبود سلامتی استفاده می‌گردند.

اولین مورد استفاده از پروبیوتیک در تغذیه آبزیان، در چند سال اخیر انجام یافته ولی علاقه به استفاده از آن بسرعت در حال گسترش می‌باشد. در حال حاضر امکان بررسی موقعیت آن از لحاظ تجربی و علمی امکان پذیر است. در این مقاله نیز:

- 1- امکان استفاده از این اصطلاح علمی در آبزیان
- 2- تفاوت روند استفاده از این ماده در موجودات مختلف
- 3- چشم انداز تحقیقات آتی آن بررسی گردیده است.

### آیا محیط روده حیوانات آبی برای پروبیوتیکها مناسب است؟

موجودات آبی کاملاً متفاوت از موجوداتی هستند که در خشکی زندگی می‌کنند به دلیل توسعه مصرف پروبیوتیکها این سوال مطرح می‌گردد که استفاده مناسب از پروبیوتیکها در آبزیان چگونه باید باشد. توسعه تغییرات انسان و حیوانات خشک‌زی، در داخل یک محیط آمیوتیکی صورت می‌گیرد در حالی که لارو بیشتر ماهیها در اوایل مرحله رشد در محیط خارج رها میشوند. این لاروها در حالیکه بی‌نظمی میکروبی وسیعی را در داخل دستگاه گوارش نشان می‌دهند شروع به تغذیه می‌کنند در حالی که لوله گوارش آنها کاملاً توسعه پیدا نکرده و در ضمن سیستم ایمنی بدن آنها نیز هنوز کامل نیست به همین دلیل استفاده از پروبیوتیکها در مراحل لاروی بسیار لازم است.

در لوله گوارش انسان و حیوانات خشک‌زی باکتریهای گرم مثبت بی‌هوازی سویه‌های غالب می‌باشند. در انسان مهمترین این گروهها، باکتریوسیدها، کوکسیهای گرم مثبت بی‌هوازی، انوباکتریومها و بیفیدوباکتریومها هستند. در حالی که سویه‌های تقریباً غالب در خوک استرپتوکوکها و لاکتوباسیلها هستند و به همین دلیل بیشتر سویه‌های استفاده شده به عنوان پروبیوتیک به گروههای بیفیدوباکترها، لاکتوباسیلها و استرپتوکوکها تعلق دارند. همچنین گونه غالب در لوله‌گوارش خرچنگ میکروبهای گرم منفی بی‌هوازی هستند. در خرچنگها، صدفها و ماهیهای موجود در اعماق دریا و بیبریوها و پزودوموناسها سویه‌های غالب را تشکیل می‌دهند و آنروموناسها، پزودوموناسها و انتروباکتریاسه‌ها گونه‌های غالب در ماهیهای آب شیرین می‌باشند. به همین دلیل مؤثرترین پروبیوتیکها برای حیوانات دریائی احتمالاً متفاوت از آنهایی خواهند بود که برای حیوانات خشک‌زی استفاده می‌گردند. پایداری بیشتر میکروبها در بدن حیوانات آبی ناچیز است. همچنین بدلیل اینکه این حیوانات خون سرد هستند میکربهای همزیست با آنها نسبت به تغییر درجه حرارت متفاوت خواهند بود، ضمن اینکه تغییر شوری آب نیز احتمالاً میکروبها را تحت تاثیر قرار خواهد داد. ماهیهای اعماق دریا جهت مقابله با از دست دادن آب بدن مجبور به مصرف مداوم آب می‌باشند بنابراین بافت میکروبی موجود در روده حیوانات آبی احتمالاً بوسیله میکروبهای موجود در آب و غذا تحت تاثیر قرار می‌گیرد در لارو و ماهیهای کوچک تاثیر نوع تغذیه بر روی میکروارگانیس‌مهای دستگاه گوارش به وضوح ثابت شده است و این تاثیر به خصوص در مورد اولین تغذیه بسیار مؤثر می‌باشد.

## ایده استفاده از پروبیوتیک در یک دید وسیع

Moriority در سال 1998 پیشنهاد کرد که پروبیوتیکها به عنوان افزودنیهای آبی نیز تعریف شوند. ولی یک تعریف کلی از پروبیوتیکها به صورت زیر می باشد که پروبیوتیکها میکروبهای هستند که به داخل لوله گوارش موجود زنده وارد شده و توانایی زنده ماندن جهت بهبود سلامتی موجود را دارا می باشند. در سال 1991 Porubcan تلاشهایی جهت بهبود کیفیت آب آشامیدنی و افزایش راندمان تولید بعضی آبیان توسط باکتریها انجام داد، که عبارت بودند از: (1) شناور کردن فیلترهای زنده شامل باکتریهای نیتروژن زدا که مقدار آمونیاک و نیتريت را در آب کاهش دادند و این امر باعث افزایش زنده ماندن میگوها گردید. 2) ترکیبی از باسیلها در مجاورت هوا دهنده استخر، تقاضای موجود برای اکسیژن را کاهش داد و مقدار برداشت میگو را افزایش داد. به همین دلیل باکتریهای نیتروژن زدا و یا باسیلوسها را نیز بعلت بهبود کیفیت آب و افزایش سلامتی حیوان به عنوان پروبیوتیک تلقی می نمایند ولی این دو نوع باکتری کاملاً متفاوتند بطوری که باکتریهای نیتروژن زدا به هیچ عنوان در لوله گوارش حیوانات وجود ندارند و سویه باسیل ها نیز که به عنوان پروبیوتیک برای حیوانات خشک زی استفاده می شود اساساً منشأ خاک دارند و در لوله گوارش وجود ندارند اما در طول روده فعال می باشند و در این مورد گزارشهای زیادی نیز از جداسازی باسیلها از ماهیها، خرچنگها و دو کفه ایها گزارش شده است. در طی مطالعه ای مشخص شد که باسیلها اضافه شده به محیط پرورش گرم ماهیها، قدرت حیاتی آنها را افزایش می دهند ولی در تمام این مطالعات بیشتر توجه بر روی بهبود کیفیت آب بود.

Kennedy و همکارانش در سال 1998 نوعی از باسیلوس سوبتیلیس را از یک نوع ماهی جدا نمود. تکثیر این سویه در داخل آب وقتی که شوری آب از 30 به 3 واحد بین المللی کاهش یافت موجب حذف ویبریوها از کل لاروهای این گونه گردید Moriarty. در سال 1998 متوجه افزایش قابلیت زندهمانی میگوهای شد که در محیط پرورش آنها سویه های از باسیلها وجود داشتند، در این حالت تعداد ویبریوهای بیماریزا در رسوبات و آب کاهش پیدا کردند، ولی تاثیر آن بر روی میکروبهای روده مطالعه نگردید.

باسیلها انتخاب شده علاوه بر فعالیت آنتی بیوتیکی بر علیه ویبریوها، به عنوان پروبیوتیک چند وظیفه دیگر نیز داشتند، از جمله ترشح آنزیمی و رقابت برای فضا و غذا که این مکانیسمهای آنتاگونیسمی از بوجود آمدن گونه های مقاوم که اولین خطر استفاده از آنتی بیوتیکها است جلوگیری می کند.

البته برای تأیید این نظریه و بیان خاصیت حذف رقابتی پروبیوتیکها احتیاج به آزمایشات و شواهد زیادتری می باشد. این اصل بر اساس جایگزینی یک گونه به جای گونه اولیه اخذ گردیده است به طوری که گونه جدید امکان سازش بهتر با شرایط زیستی محدود را دارا باشد. خاصیت تولید آنتی بیوتیک توسط سویه های باسیلوس، امکان توجیه خاصیت حذف رقابتی پروبیوتیکها را ندارد. در این خصوص Moriarty در سال 1998 فعالیت مهارکنندگی باسیلوس را در مقابل ویبریو در استخر خاکی نشان داد، اما تاثیر آن بر روی حیات میگوها احتمالاً بصورت یک تاثیر غیر مستقیم روی سلامتی آنها بوده است. برای مثال تجزیه مواد آلی بوسیله باسیلوس احتمالاً کیفیت آب را بهبود می بخشد با این حال استفاده از باسیل به عنوان یک مکمل در استخر هنوز احتیاج به بررسیهای بیشتری دارد.

در حال حاضر استفاده از پروبیوتیک به عنوان یک کنترل بیولوژیکی مورد توجه می باشد. اصطلاح کنترل بیولوژیکی عبارت از محدود کردن و یا حذف آفات مخرب و یا پاتوژنها بوسیله ارگانیسمهای بخصوص می باشد. Maeda و همکاران در سال 1997 کنترل بیولوژیکی را شامل روشهایی بیان کردند که در آن بعضی میکروبها و یا ارگانیسمها در محیط آبی پاتوژنها را کشته و یا تعداد آنها را کاهش می دهند. در این حالت رفتار استخرهای ذکر شده در آزمایش Moriarty در سال 1998 نوعی از کنترل بیولوژیکی می تواند تلقی گردد.

نخستین آزمایشها در مورد استفاده از پروبیوتیکها در تغذیه آبیان توسط موادی صورت گرفت که برای حیوانات خشکزی طراحی گردیده بود. بطور مثال اسپورهای باسیلوس توئی جدا شده از خاک، تلفات را در مار ماهی ژاپنی که توسط نوعی میکروارگانیسم آلوده شده بود کاهش و سرعت رشد را افزایش داد. اسپورها نیز به سادگی در ترکیب غذا مخلوط شدند. ولی در این آزمایش سرنوشت اسپورها در لوله گوارش پیگیری نگردید که مشخص گردد آیا اسپورها در روده رشد می کنند و یا دفع می شوند و درجه حرارت آب چه تاثیری بر روی آنها دارد. همان نوع از باسیلوس توئی بوسیله Kozasa در سال 1986 بر روی رتیفرها آزمایش شدند. در این آزمایش رتیفرها به مدت 2 ساعت اسپورها را فیلتر نمودند (استفاده کردند). این روش موجب افزایش سرعت رشد گردید اما در این آزمایش نیز سرنوشت میکربها مطالعه نگردید.

طی یک مطالعه دیگر که با استفاده از اسپورهای باسیلوس انجام گرفت، بیشتر اسپورهای باسیلوس بوسیله رتیفرها در کمتر از یکساعت فیلتر گردید اما تعداد اسپورهای قابل رشد در کمتر از یکساعت به سرعت کاهش یافت اما در

زمان خیلی کوتاه دوباره زندگی خود را آغاز کردند. بر اساس بررسیهای انجام یافته بسیاری از باسیلهای در طی فرایند تشکیل اسپور و یا پروتئولیز سلولهای رویش کننده، آنتی بیوتیک تولید می کنند و زمانی که رتيفرها از اسپورها استفاده می نمایند کاهش تعداد و بیرونها احتمالاً از طریق آزاد شدن آنتی بیوتیک از این سلولها باشد. بطور کلی تاثیر مستقیم پروبیوتیک افزایش مقاومت رتيفرها در مقابل ویبریوها بود.

محصولات تجاری بر اساس باکتریهای زنده اسیدلاکتیک نیز جهت لارو ماهیها معرفی گردیده است، این مواد تولید و سرعت رشد رتيفرها و ماهیها را افزایش می دهند. در بعضی از نسبتهای اسید لاکتیک افزایش تعداد دیگر باکتریها نیز محدود می گردند و یا بعضی محصولات تجاری حاوی استرپتوکوک، موجب افزایش رشد و بهبود راندمان غذایی در ماهی کپور شدند، ضمن آنکه اشرشیا کولی در روده ماهی کپور بعد از 14 روز تغذیه با این نوع پروبیوتیک ناپدید گردید. این محققان بدون هیچگونه شواهد آزمایشگاهی بیان کردند که استرپتوکوک، توانایی بالایی در اتصال به اپیتلیوم روده ماهی کپور دارد. البته این آزمایشها همانگونه که ذکر شد با پروبیوتیکهای ساخته شده برای حیوانات خشک زی انجام یافته است و این نشان دهنده علاقه به استفاده از افزودنیهای باکتریایی در غذاهای آبزیان نیز می باشد. البته زنده ماندن این میکروبها در لوله گوارش حیوانات آبزی مورد تردید می باشد به همین دلیل بیشتر تلاشها بر روی سویه های بومی با خاصیت پروبیوتیکی استوار گردیده است.

تلاش برای شناسایی پروبیوتیکهایی که بطور طبیعی در آب وجود دارند جداسازی و مشخص کردن میکروبهایی که بطور ذاتی در محیط پرورش وجود دارند در هنگام تشریح بدن ماهیهای جوان و خرچنگها، میکروبهای بومی مستقر در نقاط مختلف معده و روده بدست می آیند. میکرو بهای چسبیده به اپیتلیال روده می توانند از آن جدا شوند اما این روش در مورد لارو و مواد غذایی زنده امکان پذیر نیست. اما می توانیم سطح خارجی لارو ماهی را با محلول يك دهم درصد محلول نمکی بنز آلکونیوم کلراید جهت جداسازی میکروبهای چسبیده به سطح خارجی شستشو داده و سپس بوسیله واسطه های خاص و روشهای مناسب آنها را مشخص نمود.

## مطالعات اولیه

اولین گزارشهای موفقیت آمیز توسط Maeda و Liao در سال 1992 ارائه شد که در آن يك سویه به نام PM-4 را از محیط پرورشی يك نوع لارو ماهی جدا نمود که دارای قدرت زیستی و تکثیر خوب بود. این باکتری برای کنترل بیولوژیکی محیط این نوع لارو و ماهی کپور استفاده می شود. کنترل بیولوژیکی موجب افزایش زندهمانی لارو و محدود کردن رشد ویبریوآنکوئیلاروم و هالیفتوروس می گردد. ولی در این مطالعه هیچگونه بررسی بروی امکان زیست این باکتری در روده لارو کپور انجام نگرفت، در حالی که عفونت ویبریو آنکوئیلاروم در ابتدا از روده شروع می شود.

Griffith در سال 1995 گزارش کرد که لارو میگوهای پرورش یافته در بعضی استخرهای اکوادور بوسیله يك بیماری که مشخصه آن تغییر در جمعیت باکتریها است تحت تاثیر قرار می گیرد. در این حالت نسبت ویبریو آلگینولیتیکس کاهش یافت در حالی که ویبریو پاراهمولیتیکس افزایش یافت. به همین منظور سویه اولیه جدا شد و به عنوان پروبیوتیک در بعضی از استخرها استفاده گردید که در این حالت قدرت زیستی میگوها به حد قبل از بیماری بازگشت.

Austin و همکارانش در سال 1995 تاثیر پروبیوتیکی این سویه را بررسی نمود و گزارش کرد که سلولهای ویبریو اوردالی توانایی زنده ماندن خود را در طول 3 ساعت بعد از اضافه شدن پروبیوتیک به داخل محلول از دست دادند. همچنین ویبریو آنکوئیلاروم و آئوروموناس سالمونیسیدا نیز با وسعت کمتری مهار شدند. در آزمایشی دیگر مشخص گردید مقاومت ماهی سالمون شستشوداده شده با پروبیوتیک در مبارزه با بیماریها بهبود یافت. بطور کلی چیزی که از يك پروبیوتیک میتوانیم انتظار داشته باشیم عبارت است از

(1) آنتاگونیسم با بیماریها

(2) خاصیت کلنی شدن در روده با امکان چسبیدن به موکوس روده

(3) افزایش مقاومت میزبان در مقابل بیماریها

## آنتاگونیسم با بیماریها

بنظر می رسد در باکتریهای خاکزی خاصیت آنتاگونیسمی يك امر مشترك باشد. بطور مثال بیش از 60% از باکتریهای جدا شده از زئوپلانکتونها، خاصیت باکتریولیتیک داشتند. و بیشتر از 75% باکتریهای جدا شده از اسفنجها

ترکیبات آنتی باکتریال تولید می کردند. تغذیه لارو ماهی هالیبوت برای اولین بار با سویه مشخصی از باکتری، از رشد یک نوع ویبریو بیماریزا ممانعت کرد. خاصیت آنتی باکتریال در میکروبیهای آب شیرین نیز وجود دارد. بطور مثال بعضی از باکتریهای اسید لاکتیک مانند لاکتوباسیلوس آنتاگونیسم بیماریهای ماهیها هستند.

Sugita و همکارانش در سال 1998 یک سویه از باسیلها را که آنتاگونیسم حدود 63% از میکروبیهای جدا شده از روده ماهی بودند شناسایی نمود. سویههای بیماریزای ویبریو آئوروموناس در بیشتر آزمایشهای آزمایشگاهی هدف بودند. بعضی باکتریها بر ضد ویروسها میباشند و احتمالاً برای کنترل بیماریهای ویروسی مؤثر میباشند. حالت آنتاگونیسمی در برابر پاتوژنها احتمالاً بوسیله واسطه‌های دیگری به غیر از آنتی بیوتیکها باشد. اسیدهای آلی، پراکسید هیدوژن، سیدروفورها از جمله این واسطه‌ها می‌توانند باشند. البته شرایط آزمایش در حالت *in-vivo* و *in-vitro* متفاوت می‌باشد و بیان حالت آنتاگونیسمی در حالت *in-vitro* نمیتواند یک معیار کافی برای انتخاب پروبیوتیک باشد

### خاصیت تشکیل کلنی در روده

قدرت تشکیل کلنی یک معیار مهم برای پروبیوتیکهاست اما احتمالاً اگر باکتریهای ناپایدار نیز در دز بالا و بصورت مداوم استفاده شوند مفید باشند. بنابراین در عمل ضروری می‌باشد که پایداري پروبیوتیکها در روده ارزیابی گردد. در این خصوص پایداري باکتریهای اسید لاکتیک در روده مورد مطالعه قرار گرفته است. غلظت دیورجنس در سکوم ماهیهای کد جوان بیشتر بود. به نظر می‌رسد باکتریهای اسید لاکتیک جدا شده قادر به زنده ماندن برای چندین روز در روده ماهی جوان باشند. ویبریونها هم احتمالاً روزها و یا حتی هفته‌ها در ماهی و لارو صدفها پایدار باشند. مخمرها نیز به موکوسهای روده قزل آلاي رنگین کمان می‌چسبند و توانایی بالایی برای چسبیدن و تشکیل کلنی دارند و استفاده از آنها نیز در ارزیان مورد توجه می‌باشد.

بهبود عکس العمل حیوانات آبی در برابر بیماریها توسط مصرف پروبیوتیکها در بسیاری از آزمایشها تست گردیده است. حیوانات آزمایش شده عبارت بودند از رتیفرها، لاروسپرماهیها، حلزونها، صدفها، ماهیهای کد جوان، سالمون و قزل آلاي رنگین کمان که تقریباً در تمام آنها پاتوژنها ویبریونها بودند. اما پروبیوتیکها انواع مختلفی شامل ویبریونها، پزودوموناسها و باکتریهای گرم مثبت بودند. نحوه مقابله پروبیوتیک و پاتوژن در میزبان، بویژه برای تشخیص، یکی از موارد قابل بررسی می‌باشد. البته ایجاد شرایط ثابت در آزمایش نیز مهم می‌باشد زیرا فاکتورهای زیادی موجب حساسیت حیوانات در مقابل پاتوژنها و همچنین کارایی پروبیوتیکها می‌شوند، ولی این تاثیرات اغلب تکرار پذیری کمی دارند و در بسیاری از مطالعات فقط تعداد تلفات مورد مقایسه قرار گرفته است.

در آزمایشی که از پروبیوتیکها برای لارو دوکفه‌ایها استفاده شد بهبود معنی داری در زنده‌مانی آنها مشاهده گردید. در این آزمایش لاروها به مدت یک ساعت از پروبیوتیکها استفاده کرده بودند.

این محققان فرض کردند که پروبیوتیکها مواد ممانعت کننده‌ای تولید می‌کنند که رشد باکتریهای پاتوژن را متوقف می‌کنند.

Gibson و همکارانش در سال 1998 مشاهده کردند که کاهش پروبیوتیک حتی سریعتر از پاتوژن بود. اگرچه بعضی سویه‌های باکتریائی احتمالاً وقتی که به عنوان مکمل غذائی استفاده می‌شوند به عنوان واسطه‌های پرورشی عمل نموده و زنده‌مانی آبیان را افزایش می‌دهند.

### چشم انداز توسعه پروبیوتیکها

مزایای استفاده از پروبیوتیکها در برابر آنتی بیوتیکها بوسیله Moriarty در سال 1998 بحث گردید البته تاکنون بیشتر خاصیت تولید مواد ممانعت کننده توسط پروبیوتیکها مورد توجه قرار گرفته است. خطر پاتوژنهای مقاوم به پروبیوتیکهای انتخاب شده نیز نباید فراموش شود به همین دلیل تحقیق بر روی متنوع کردن آنتاگونیسمها استوار می‌باشد تا احتمال ایجاد باکتریهای مقاوم کاهش یابد. توانایی بعضی از پروبیوتیکها برای چسبیدن به موکوس روده احتمالاً عفونت روده تولید شده توسط بعضی از پاتوژنها را متوقف کند. این حالت آنتاگونیسمی احتمالاً از طریق رقابت برای مواد غذائی که برای رشد باکتریها لازم می‌باشد و یا از طریق رقابت جهت اتصال به جدار روده انجام می‌شود. حذف رقابتی، یک مکانیسم برای بیان تاثیر پروبیوتیکها در شرایط زیستی محدود می‌باشد.

آهن، مورد نیاز بسیاری از میکروارگانیزمهاست و در دسترس بودن آن در بافت‌های حیوانات احتمالاً برای بسیاری از پاتوژنها ضروری است.

Smith و Dvey در سال 1993 پیشنهاد کردند که حالت ممانعت کنندگی آئوروموناس سالمونسیدا بوسیله



پژودوموناس فلئوروسنس از طریق رقابت برای کسب آهن آزاد بود. فعالیت مهارکنندگی بسیاری از سویه های پژودوموناس بنظر می رسد از طریق ترکیبات آهن دار می باشد. در لارو سپر ماهی نیز رقابت و بیروها و باکتریهای آهن دار خالص شده، میتواند تا حدودی خاصیت پروبیوتیکی آنها را توجیه کند .

فعالیت آنتی باکتریال باسیلوسهای جدا شده بوسیله Sugita و همکارانش در سال 1998 تا حدودی مربوط به ترکیبات آهن دار بود. البته در انتخاب سویه های پروبیوتیکی باید به این نکته نیز توجه داشت که استفاده از آنها، موجب افزایش نیاز میزبان به آهن نگردد .

آهن معمولا در جیره غذایی ماهی اضافه می گردد و محدودیت آهن جمعیت میکروبها را بدون تاثیر بر روی لارو ماهیها تغییر می دهد .

البته مواد غذایی دیگری نیز احتمالا میکروبهای روده را تحت تاثیر قرار دهند ولی وجود آنها برای حیات حیوانات آبی ضروری می باشند. بطور مثال اسیدهای چرب غیر اشباع جیره، احتمالا نسبت باکتریهای اسید لاکتیک در لوله گوارش ماهی شمالی را تحت تاثیر قرار دهند .

Gibson و Roberfroid در سال 1995 پروبیوتیک را به عنوان ماده غذایی غیر قابل هضم که بطور مؤثری سلامتی میزبان را از طریق تحریک رشد و یا فعالیت باکتریهای موجود در کلون و یا محدود کردن رشد آنها تحت تاثیر قرار می دهد تعریف کردند. فرکتوگلوکوساکاریدها به عنوان افزودنیهای غذایی که رشد بیفیدوباکترها و لاکتوباسیلها را در انسان و حیوانات خشک زی افزایش می دهند استفاده می شود. لاکتوساکاروز بوسیله میکروبهای قسمت پائین روده ماهیان خاردار دریائی تخمیر شده و موجب افزایش ضخامت لایه تونیکاموسکولاریس در این ماهیان می گردند. این نشان داد که بعضی از محصولات حاصل از تخمیر، موجب تقویت لایه دفاعی روده در ماهی و انسان می گردند. به همین دلیل احتمالا چنین موادی که بوسیله پروبیوتیکها قابل هضم بوده، آنتاگونیسم پاتوژنها هستند و بافت دفاعی میزبان را تحریک می کنند، برای مطالعه جالب خواهند بود .

فرضیه تحریک سیستم ایمنی موجودات آبی نیز قابل توجه می باشد. بسیاری از محرکهای سیستم ایمنی، روی ماهیها و خرچنگها آزمایش شده است و بعضی از این مواد مثل مورامیل دی پپتید ، گلوکانها و لیپوپلی ساکاریدها در دیواره سلولی میکروبها وجود دارند .

احتمالا میکروبهای بومی دستگاه گوارش نیز سیستم ایمنی حیوانات آبی را در برابر پاتوژنهای روده به همان صورتی که در مورد حیوانات خشک زی گزارش شده تحریک می کنند. با این وجود علیرغم بسیاری از گزارشها، تحریک سیستم ایمنی توسط پروبیوتیکهای اسید لاکتیک هنوز قابل بحث می باشد .

### نتیجه گیری

استفاده از پروبیوتیکها در آبزیان در حال افزایش می باشد. با این حال هنوز نیاز به تحقیقات زیادی در این مورد می باشد. اولین سوال پاسخ داده نشده در بسیاری از موارد سرنوشت پروبیوتیکها در محیط پرورش آبزیان و در لوله گوارش می باشد. بررسیهای ایمینولوژیکی و مولکولی می تواند ابزار مفیدی برای سنتز پروبیوتیکها باشند. در زمینه روش مصرف، حداکثر دز مصرفی و راهحلهای تکنیکی برای زنده نگه داشتن این مواد در پلتهای خشک نیز نیاز به تحقیق می باشد. اسپورهای باسیلوس به راحتی می توانند به عنوان مکمل غذایی استفاده گردند و این یک مزیت اضافی این نوع پروبیوتیکهاست. علاوه بر آن باکتریهای اسید لاکتیک نیز نمونه های خوبی هستند ولی هنوز مطالعات بیشتری در این خصوص ضروری می باشد. باکتریهای که بصورت نرمال در حیوانات سالم وجود دارند نیز می توانند منبع خوبی برای پروبیوتیکها باشند