CC BY

مقاله مروری:

معرفی کنسیرسیوم باکتریایی جهت استفاده در صنعت آبزی‌پروری

سجاد پورمظفر[۱]، محسن گذری *[۲]، سعید تمدنی جهرمی[۲]، محمدرضا زاهدی[۲]

* m_gozari@yahoo.com

۱- ایستگاه تحقیقات نرمتنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران.

۲- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۲

چکیده

پروبیوتیک‌ها یکی از موثرترین روش‌ها برای جایگزینی آنتی‌بیوتیک درمانی هستند. کیفیت آبزیان را می‌توان با استفاده از محصولات پروبیوتیک به طرق مختلف افزایش داد. انتخاب صحیح پروبیوتیک‌ها بسیار مهم است زیرا میکروارگانیسم‌های نامناسب می‌توانند اثرات منفی بر میزبان داشته باشند. کنسرسیوم میکروبی از چندین گونه سازگار با یکدیگر با فعالیت‌های متفاوت تشکیل شده است. کنسرسیوم میکروبی نه‌تنها ترکیبی از سویه‌های مختلف است بلکه از جمعیت‌های مختلفی از میکروارگانیسم‌ها تشکیل شده است که با یکدیگر تعامل دارند. از مزیت کنسرسیوم باکتریایی، سنتز مولکول‌های پیچیده همچون آنزیم‌های خارج سلولی است. استفاده از کنسرسیوم پروبیوتیک ضمن ارائه همزمان چندین عملکرد مفید در یک محصول، به عنوان نسل جدیدی از فرآورده‌های پروبیوتیک محسوب می‌گردد. در این زمینه درک میانکنش‌های موجود میان اعضاء کنسرسیوم و دینامیک جمعیت‌های موجود برای طراحی یک کنسرسیوم میکروبی با کاربرد صنعتی ضروری است.

کلمات کلیدی: آنتی‌بیوتیک، پروبیوتیک، کنسرسیوم پربیوتیک

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

مقدمه

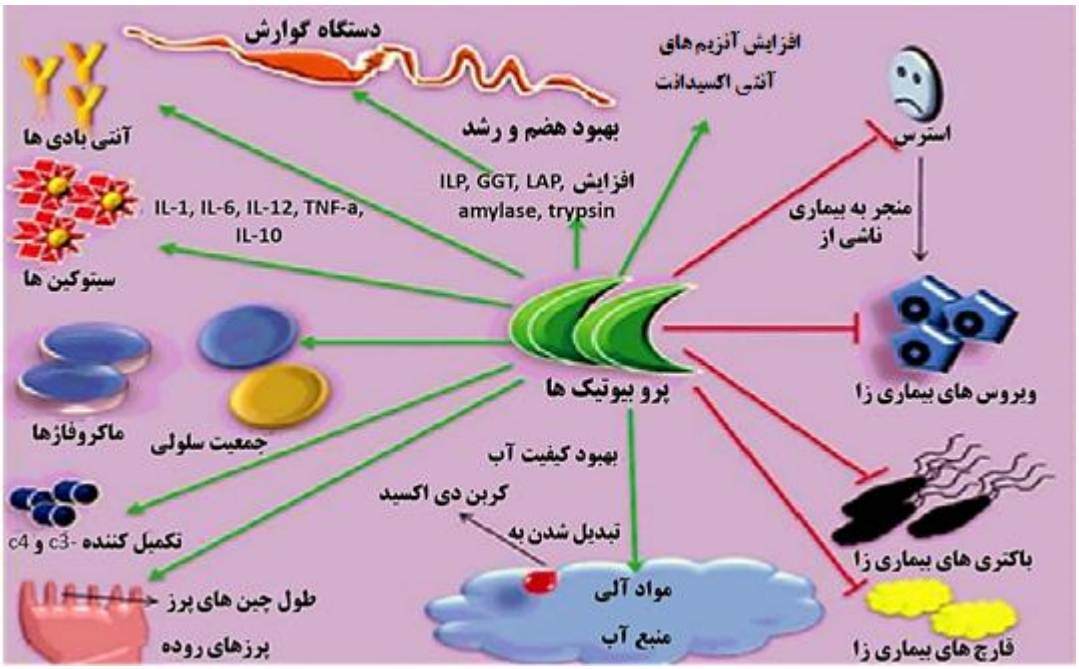
آبزی‌پروری بیشترین رشد را در صنایع غذایی به‌خود اختصاص داده است به‌طوری‌که براساس آخرین آمار ارائه شده، میزان رشد این بخش به حدود ۶ درصد می‌رسد (Awad and Awaad, 2017; Edwards *et al*., 2019). در حال حاضر، بیش از ۹۵ درصد تولیدات آبزی‌پروری در کشورهای پیشرفته انجام می‌گیرد (Tacon, 2020). رشد سریع، کارایی تغذیه و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها، از اهداف مهم صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌شود. پرورش سخت‌پوستان سومین صنعت بزرگ در آبزی‌پروری است به‌طوری‌که تولید سالانه به حدود ۱۱/۳میلیون تن در سال ۲۰۲۰ می‌رسد (FAO, 2022). افزایش تراکم منجر به افزایش تولید و رهاسازی بیشتر مواد مغذی بیشتر در محیط‌زیست می‌شود (Naylor *et al*., 2021). از این‌رو، احتمال بروز استرس و کاهش پاسخ‌های ایمنی افزایش پیدا می‌کند. برای مثال، در تایلند شیوع بیماری طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۰ منجر به زیان اقتصادی ۷/۳۸ میلیارد دلاری گردید (Shinn *et al*., 2018). برای جلوگیری از شیوع بیماری‌ها، پرورش‌دهندگان اقدام به استفاده گسترده از مواد شیمیایی همچون آنتی‌بیوتیک‌ها می‌کنند (Adel *et al*., 2015). براساس برآوردهای انجام گرفته، به طور متوسط میزان استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به ازاء هر تن محصولات آبزی‌پروری ۷۰۰-۲۰۰ گرم است (Ng *et al*., 2009)؛ این رقم در کشور تایلند نیز به ۶۰۰-۵۰۰ گرم به ازاء هر تن می‌رسد. آمریکای شمالی و ژاپن با وضع قوانین سخت‌گیرانه تنها اجازه استفاده از تعداد اندکی از آنتی‌بیوتیک‌ها را داده است (Defoirdt *et al*., 2011). استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان راهکاری برای مقابله با بیماری، تاثیرات منفی شدیدی بر محیط زیست گذاشته و موجب ایجاد مقاومت در باکتری‌های آبزی و افزایش تغییرات فلور میکروبی در اکوسیستم آبزی‌پروری شده است. واکسیناسیون یکی درگیر از ابزار مؤثر پیشگیری از بیماری‌ها در صنعت آبزی‌پروری بوده، اما واکسن‌های تجاری بسیار گران با عملکرد اختصاصی و کم اثر در سخت‌پوستان است (Pourmozaffar *et al*., 2019). استفاده از پروبیوتیک‌ها به یکی از کاراترین استراتژی‌ها برای جایگزینی استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح است. زیرا آنها موجب افزایش رشد، بهبود وضعیت آبزی و استخر و در نهایت از بروز و شیوع بسیاری از بیماری‌ها جلوگیری می‌کنند (Wang *et al*., 2019). در این مطالعه سعی بر آن شده است تا کنسرسیوم پروبیوتیک در صنعت آبزی‌پروری به عنوان یک راهکار دوستدار محیط زیست جهت جلوگیری از شیوع و گسترش بیماری‌ها مطرح شود.

نقش پروبیوتیک‌ها در صنعت آبزی‌پروری

پروبیوتیک‌ها میکروب‌های زنده‌ای هستند که در صورت استفاده به مقدار کافی منجر به بهبود هضم، رشد و سلامتی در موجودات زنده می‌شود. ابتدا آقای فولر کلمه پروبیوتیک را به عنوان مکمل غذایی میکروبی که موجب تقویت و بهبود تعادل میکروبی در روده میزبان می‌شود، تعریف نمود (Wang *et al*., 2019). امروزه از پروبیوتیک‌ها به عنوان ابزار مهم در تغذیه و مدیریت سلامت آبزیان در سیستم‌های متراکم استفاده می‌شود (Opiyo, 2020). پروبیوتیک‌ها دارای دامنه فعالیت مشترکی هستند که نقش مهمی در بهبود پاسخ‌های ایمنی و فیزیولوژیک موجود زنده ایفاء می‌کنند. پروبیوتیک‌ها با تغییر فلور میکروبی روده، نقش مؤثری در افزایش ترشح آنزیم‌ها و هضم و جذب ماده غذایی ایفاء می‌کنند که در نتیجه منجر به افزایش رشد در آبزی می‌گردند. به‌علاوه، با تحریک سیستم ایمنی، باعث افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا می‌شود که در نتیجه افزایش بقاء را به‌دنبال دارد (Yang *et al*., 2019; Tang *et al*., 2020). پروبیوتیک‌های رایجی که در آبزی‌پروری استفاده می‌شوند از خانواده باکتری‌های گرم‌مثبت به‌خصوص باکتری‌های اسید لاکتیک (*Lactobacillus* و *Carnobacterium*) (Wei *et al*., 2022)، *Bacillus* (Llario *et al*., 2019; Hasan and Banerjee, 2020; Chen *et al*., 2021)، *Streptococcus* (Giri *et al*., 2013)، *Pediococcus* (Wanna *et al*., 2021) و *Bifidobacterium* (Hasan and Banerjee, 2020) هستند، هر چند سویه‌های خاصی از باکتری‌های گرم منفی شامل *Vibrio*، *Pseudomonas*، *Plesiomonas* و *Aeromonas* (Hasan and Banerjee, 2020) نیز به عنوان پروبیوتیک استفاده شده‌اند. فرآورده‌های پروبیوتیک به عنوان یک مکمل میکروبی زنده با مکانیسم‌های مختلف، تاثیرات قابل‌توجهی در ارتقاء کیفی تولید آبزیان اعمال می‌نمایند. این تاثیرات حیاتی شامل اصلاح جامعه میکروبی وابسته به میزبان یا پیرامون آن، تضمین استفاده بهینه از مواد غذایی یا افزایش ارزش غذایی آن، تقویت پاسخ میزبان به بیماری و بهبود کیفیت محیط پیرامون میزبان هستند (Midhun *et al*., 2023) (شکل ۱).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]



شکل ۱: اثرات مفید کلی پروبیوتیک در آبزی‌پروری. پیکان سبز: اثرات افزایشی. خطوط قرمز: اثر مهاری (Jamal *et al.*, 2019)

انتخاب صحیح پروبیوتیک‌ها امری بسیار حیاتی است. زیرا میکروارگانیسم‌های نامناسب می‌توانند منجر به اثرات نامطلوب در میزبان شوند. یک پروبیوتیک ایده‌آل، صرف‌نظر از منبع آن، باید قادر به تشکیل کلونی، استقرار و تکثیر در روده میزبان باشد. به طور کلی، پروبیوتیک‌های بومی (درون‌زا) شانس بیشتری برای رقابت با میکروب‌های موجود در دستگاه گوارش میزبان دارند و در مدت کوتاهی پس از مصرف در دستگاه گوارش یا محیط پرورش میزبان تشکیل کلونی داده (Lazado *et al.*, 2015) و جمعیت غالب را تشکیل می‌دهند و بعد از قطع مصرف نیز برای مدتی در محیط کولون دستگاه گوارش میزبان باقی می‌مانند (Carnevali *et al.*, 2004).

بر اساس تحقیقات قبلی، ثابت شده است که پروبیوتیک‌های چند سویه (MSP)[1] برای میزبان مفیدتر از یک پروبیوتیک منفرد (SSP)[2] در جنبه‌های خاص هستند. پروبیوتیک‌های چند سویه که می‌توان آنها را به عنوان ترکیب‌های پروبیوتیک یا پروبیوتیک مختلط نیز نامید، از مخلوطی از دو یا چند سویه یا گونه‌های باکتریایی تشکیل شده‌اند. پروبیوتیک‌های چند گونه‌ای مؤثرترین پروبیوتیک در تحریک ایمنی موضعی روده نیز محسوب می‌شوند (Salinas *et al.*, 2008). با این‌حال، پروبیوتیک‌های مختلف اگر به صورت ترکیبی استفاده شوند، باید مکمل یکدیگر باشند و بتوانند جایگاه‌های مختلفی را در محیط روده میزبان اشغال کنند.

ملاحظات و تهدیدات استفاده از پروبیوتیک غیر بومی

پیامدهای استفاده از فراورده های تجاری پروبیوتیک غیر بومی ابعاد متفاوتی را دربرمی‌گیرد. مطالعات مختلف، تاثیرات منفی ورود گونه‌های غیر بومی را به سیستم گوارش ارگانیسم هدف نشان داده‌اند. از جمله این تاثیرات، بروز تغییراتی نامطلوب در میکروفلور طبیعی روده است که می‌تواند در کوتاه‌مدت یا بلندمدت موجب وقوع سندرم‌های متابولیک، بیماری‌های خود ایمنی و سایر ناهنجاری‌ها گردد (Barzegari *et al.*, 2014; Goh *et al.*, 2022; Liao, 2023). برخی سویه‌های غیربومی منشأ خشکی دارند، از قبیل برخی از گونه های *Lactobacillus* و استقرار و تکثیر آنها در دستگاه گوارش آبزیان دشوار است. از این‌رو، نمی‌توانند عملکرد مفید خود را ارائه دهند. تغذیه با چنین پروبیوتیک‌هایی ممکن است با آب و میکروبیوم روده آبزی تداخل دارند و در عملکرد سیستم گوارشی آبزی، اختلال ایجاد کند. از لحاظ زیست‌محیطی نیز ورود گونه‌های غیربومی میکروارگانیسم‌ها به اکوسیستم آبزی‌پروری

[1] Multi-strain probiotic (MSP)
[2] Single-strain probiotic (SSP)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

می‌تواند تعادل اکوسیستم را مختل نموده و عواقب زیست‌محیطی ایجاد نماید (Rhodes *et al*., 2023).
میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک بومی قدرت بقاء[3] بالایی دارند و شرایط محیط و سیستم گوارش آبزی را تحمل می‌کنند. این میکروارگانیسم‌های بومی به دلیل بهره‌مندی از یک متابولیسم سازگار یافته با شرایط اکوسیستم، بیشترین کارایی را در تجزیه مواد آلی موجود در محیط، میانکنش با میکروفلور طبیعی آبزی و پیرامون آن و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای محیط ارائه خواهد نمود. تجمیع این ویژگی‌های اکتسابی در میکروارگانیسم بومی طی تکامل در اکوسیستم یک منطقه ایجاد می‌شود و برتری قابل‌توجهی را برای آنها نسبت به گونه‌های غیر بومی تجاری فراهم می‌آورد (Dawood *et al*., 2019). امروزه میکروارگانیسم‌های بومی در پژوهش‌های بیوتکنولوژیک کاربرد گسترده‌ای دارند. با توجه به سازگاری این ارگانیسم‌ها به شرایط فیزیولوژیک و بیوشیمیایی زیستگاه در مقیاس آزمایشگاهی و میدانی، شانس عملکرد موفق آنها افزایش می‌یابد.

کنسرسیوم باکتریایی

کنسرسیوم میکروبی از چندین گونه سازگار با یکدیگر با فعالیت‌های متفاوت تشکیل شده است. گونه‌ها از گروه‌های ژنتیکی متنوع انتخاب می‌شوند تا از توانایی سازگاری با تغییرات در شرایط محیطی برخوردار باشند (Bradáčová *et al*., 2019). کنسرسیوم میکروبی تنها مخلوطی از چند سویه نیست بلکه متشکل از جمعیت‌های متنوعی از میکروارگانیسم‌های دارای میانکنش‌های متقابل است و هر مجموعه از اجزاء کنسرسیوم در تعامل با سایر اجزاء، یک واکنش کلیدی را در مجموعه کنترل می‌کند. از این‌رو، به عنوان بخشی کلیدی از راه‌حل بسیاری از چالش‌های تکنولوژیک و محیطی پیشنهاد شده‌اند (Bernstein and Carlson, 2014).
کنسرسیوم باکتریایی در زیستگاه‌های طبیعی مختلف نظیر روده پستانداران، غذا، خاک، آب و زباله‌ها یافت می‌شود (Padmaperuma *et al*., 2018). در طبیعت، باکتری‌های آزاد در جوامع میکروبی زندگی می‌کنند و روابط پیچیده‌ای را با سایر گونه‌ها ایجاد کرده‌اند. بنابراین، کنسرسیوم باکتریایی نسبت به گونه‌های جداسازی شده، رفتار فیزیولوژیک نزدیک‌تری با سویه‌های موجود در طبیعت دارد. از دیگر مزیت کنسرسیوم باکتریایی سنتز مولکول‌های پیچیده همچون آنزیم‌های خارج سلولی است. این ترکیبات پیچیده حاصل همکاری چندین سویه باکتریایی است درحالی‌که یک‌گونه تنها متابولیت‌های مربوط به رشد را تولید می‌کند (García-Jiménez *et al*., 2018).
در سالیان اخیر مطالعات زیادی پیرامون استفاده از کنسرسیوم باکتریایی به منظور غلبه بر محدودیت‌های استفاده از کشت خالص و سازگاری به بسترهای پیچیده انجام گرفته است. کنسرسیوم‌ها نقش مهمی در بهبود شرایط زیست‌محیطی و تولید انرژی (تصفیه فاضلاب با لجن فعال و تولید گاز زیستی)، ایفاء می‌کنند (Jiang *et al*., 2017). از دیگر مزیت کنسرسیوم می‌توان به مقاومت بالاتر نسبت به تهاجم سایر گونه‌های میکروبی اشاره کرد. همچنین زیرجمعیت، جمعیت‌های میکروبی به دلیل تولید متابولیت‌های ضروری، از مقاومت بیشتری در زمان محرومیت‌های غذایی برخوردارند (Smith *et al*., 2013). به‌علاوه، کنسرسیوم باکتریایی از طریق ایجاد رقابت و تولید متابولیت‌ها، مانع از رشد باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود (Antwis and Harrison, 2018). کارایی، توانمندی و هماهنگی بیشتر در کنسرسیوم‌های میکروبی برتری آنها را نسبت به گونه های منفرد موجب گردیده است. هر یک از اجزاء کنسرسیوم یک واکنش کلیدی را در مجموعه انجام می‌دهند. این تقسیم کار سازمان‌یافته و برقراری میانکنش‌های مفید، امکان مهندسی و بهینه‌سازی سویه‌های موجود در کنسرسیوم را به صورت مجزا و بدون تداخل میانکنش‌های مزاحم فراهم می‌سازد. دیگر مزیت کنسرسیوم‌های میکروبی، تقسیم مسیرهای بیوشیمیایی در سویه‌های مختلف در راستای رسیدن به اهداف و عملکرد پیش‌بینی شده است. زیرا بهینه‌سازی یک مسیر بیوشیمیایی در چندین سویه دارای پیچیدگی کمتری نسبت به بهینه‌سازی چندین مسیر بیوشیمیایی در یک سویه است (Faust, 2019).

چشم‌انداز استفاده از کنسرسیوم پروبیوتیک در آبزی‌پروری

تمامی محصولات پروبیوتیک بر اساس به‌کارگیری یک گونه یا مخلوط چند گونه عمل می‌نمایند. بسیاری از این محصولات چون میکروارگانیسم مؤثر از موقعیت اکولوژیک خود جدا شده و میانکنش‌های آن با جامعه خود قطع گردیده است، با حداکثر کارایی عمل نمی‌کنند (Bradáčová *et al*., 2019). از این‌رو، مطالعات جدید بر استفاده از کنسرسیوم‌های میکروبی تمرکز

[3] Survivability

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

یافته است. استفاده از کنسرسیوم، میکروارگانیسم‌ها ضمن ارائه همزمان چندین عملکرد مفید در یک محصول، به عنوان نسل جدیدی از فرآورده‌های پروبیوتیک محسوب می گردد. در دهه اخیر استفاده از کنسرسیوم پروبیوتیک‌های مهندسی شده بسیار مورد توجه قرار گرفته و در سطح جهانی مطرح شده است (Wang *et al*., 2019). با این‌حال، تاکنون مطالعات اندکی در خصوص شناسایی و به‌کارگیری کنسرسیوم‌های باکتریایی در موجودات آبزی انجام گرفته است. Blasiak و همکاران (۲۰۱۴) و Martínez-Córdova و همکاران (۲۰۱۷) به‌ترتیب اقدام به بررسی تنوع باکتریایی در سیستم پرورش میگو و آبدزدک دریایی (*Ciona intestinalis*) کردند (Blasiak *et al*., 2014; Martínez-Córdova *et al*., 2017). همچنین محققان اقدام به تولید انبوه و استفاده از کنسرسیوم باکتریایی با هدف جذب مواد زائد نیتروژنی در سیستم‌های مداربسته پرورش میگو کردند (Rejish Kumar *et al*., 2009; Banerjee *et al*., 2010). طراحی و مهندسی کنسرسیوم های میکروبی، پیچیدگی‌ها و محدودیت‌های ویژه‌ای دارد. از این‌رو، لزوم شناسایی و رعایت چارچوب‌ها و پارادایم‌های آن احساس می‌شود (Kumar *et al*., 2016; Revuelta *et al*., 2016; Dvořák *et al*., 2017). در این زمینه درک میانکنش‌های موجود میان اعضاء کنسرسیوم و دینامیک جمعیت‌های موجود برای طراحی یک کنسرسیوم میکروبی با کاربرد صنعتی ضروری است. شناسایی ترکیبات شیمیایی خارج سلولی شامل متابولیت‌های اولیه و ثانویه موثر تولیدی از سویه‌های درون یک کنسرسیوم، چشم‌اندازی از امکان تولید کنسرسیوم را مهیا می‌نماید (Bacellar Mendes and Vermelho, 2013; Netzker *et al*., 2015). تولید فراورده‌ای متشکل از چندین جمعیت و گونه برای کاربرد بیوتکنولوژیک خاص، مستلزم درک و طراحی دقیقی از میکروارگانیسم‌های دخیل بر اساس شناختی عمیق از میانکنش‌ها، دینامیک و اکولوژی میکروارگانیسم‌های بومی است. در نظر گرفتن تاثیرات کنسرسیوم پروبیوتیک بر میکروبیوم دستگاه گوارش آبزی نیز از دیگر متغیرهای مورد نیاز در روند تولید کنسرسیوم میکروبی است. از این‌رو، باید درکی عمیق از میکروبیوم روده آبزی وجود داشته باشد.

منابع

Adel, M., Amiri, A.A., Zorriehzahra, J., Nematolahi, A. and Esteban, M.Á., 2015. Effects of dietary peppermint (*Mentha piperita*) on growth performance, chemical body composition and hematological and immune parameters of fry Caspian white fish (*Rutilus frisii kutum*). *Fish & Shellfish Immunology*, 45, pp. 841–847. DOI:10.1016/j.fsi.2015.06.010

Antwis, R.E. and Harrison, X.A., 2018. Probiotic consortia are not uniformly effective against different amphibian chytrid pathogen isolates. *Molecular Ecology*, 27, pp. 577–589. DOI:10.1111/mec.14456

Awad, E. and Awaad, A., 2017. Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. Fish & shellfish immunology, 67, pp.40-54. DOI:10.1016/j.fsi.2017.05.034.

Bacellar Mendes, L.B. and Vermelho, A.B., 2013. Allelopathy as a potential strategy to improve microalgae cultivation. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1), pp.1-14. DOI: 10.1186/1754-6834-6-152

Banerjee, S., Khatoon, H., Shariff, M. and Yusoff, F.M., 2010. Enhancement of *Penaeus monodon* shrimp post larvae growth and survival without water exchange using marine *Bacillus pumilus* and periphytic microalgae. *Fisheries Science*, 76, pp. 481–487. DOI:10.1007/s12562-010-0230-x

Barzegari, A., Eslami, S., Ghabeli, E. and Omidi, Y., 2014. Imposition of encapsulated non-indigenous probiotics into intestine may disturb human core microbiome. *Frontiers in Microbiology*, 5, 393P. DOI:10.3389/fmicb.2014.00393

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

Bernstein, H.C. and Carlson, R.P., 2014. Design, construction, and characterization methodologies for synthetic microbial consortia. *Engineering and Analyzing Multicellular Systems: Methods and Protocols*, pp.49-68. DOI:10.1007/978-1-4939-0554-6_4

Blasiak, L.C., Zinder, S.H., Buckley, D.H. and Hill, R.T., 2014. Bacterial diversity associated with the tunic of the model chordate Ciona intestinalis. *ISME Journal*, 8, pp. 309–320. DOI: 10.1038/ismej.2013.156

Bradáčová, K., Florea, A.S., Bar-Tal, A., Minz, D., Yermiyahu, U., Shawahna, R., Kraut-Cohen, J., Zolti, A., Erel, R., Dietel, K., Weinmann, M., Zimmermann, B., Berger, N., Ludewig, U., Neumann, G. and Poşta, G., 2019. Microbial consortia versus single-strain inoculants: An advantage in PGPM-assisted tomato production? *Agronomy*, 9, pp. 1–23. DOI:10.3390/agronomy9020105

Carnevali, O., Zamponi, M.C., Sulpizio, R., Rollo, A., Nardi, M., Orpianesi, C., Silvi, S., Caggiano, M., Polzonetti, A.M. and Cresci, A., 2004. Administration of probiotic strain to improve sea bream wellness during development. *Aquaculture International*, 12, pp. 377–386. DOI:10.1023/B:AQUI.0000042141.85977.bb

Chen, L., Lv, C., Li, B., Zhang, H., Ren, L., Zhang, Q., Zhang, X., Gao, J., Sun, C. and Hu, S., 2021. Effects of *Bacillus velezensis* supplementation on the growth performance, immune responses, and intestine microbiota of *Litopenaeus vannamei*. *Frontiers in Marine Science*, 8, pp. 1–13. DOI:10.3389/fmars.2021.744281

Dawood, M.A., Koshio, S., Abdel-Daim, M.M. and Van Doan, H., 2019. Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), pp.907-924. DOI:10.1111/raq.12272

Defoirdt, T., Sorgeloos, P. and Bossier, P., 2011. Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Current Opinion in Microbiology*, 14, pp. 251–258. DOI:10.1016/j.mib.2011.03.004.

Dvořák, P., Nikel, P.I., Damborský, J. and de Lorenzo, V., 2017. Bioremediation 3.0: engineering pollutant-removing bacteria in the times of systemic biology. *Biotechnology Advances*, 35(7), pp.845-866. DOI:10.1016/j.biotechadv.2017.08.001

Edwards, P., Zhang, W., Belton, B. and Little, D.C., 2019. Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: Its contribution to world food supplies has been systematically over reported. *Marine Policy*, 106, p.103547. DOI:10.1016/j.marpol.2019.103547.

FAO, 2022. The state of world fisheries and aquaculture 2020. Rome, Italy. 266 P.

Faust, K., 2019. Microbial consortium design benefits from metabolic modeling. *Trends in Biotechnology*, 37(2), pp.123-125. DOI:10.1016/j.tibtech.2018.11.004

García-Jiménez, B., García, J.L. and Nogales, J., 2018. FLYCOP: Metabolic modeling-based analysis and engineering microbial communities. *Bioinformatics*, 34, pp. i954–i963. DOI:10.1093/bioinformatics/bty561

Giri, S.S., Sukumaran, V. and Oviya, M., 2013. Potential probiotic *Lactobacillus plantarum* VSG3 improves the growth, immunity, and disease resistance of tropical freshwater fish, *Labeo rohita*. *Fish & Shellfish Immunology*, 34, pp. 660–666. DOI:10.1016/j.fsi.2012.12.008.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

Goh, J.X.H., Tan, L.T.H., Law, J.W.F., Ser, H.L., Khaw, K.Y., Letchumanan, V., Lee, L.H. and Goh, B.H., 2022. Harnessing the potentialities of probiotics, prebiotics, synbiotics, paraprobiotics, and postbiotics for shrimp farming. *Reviews in Aquaculture*, 14(3), pp.1478-1557. DOI:10.1111/raq.12659

Hasan, K.N. and Banerjee, G., 2020. Recent studies on probiotics as beneficial mediator in aquaculture: a review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81, pp. 1–16. DOI:10.1186/s41936-020-00190-y

Jamal, M.T., Abdulrahman, I.A., Al Harbi, M. and Chithambaran, S., 2019. Probiotics as alternative control measures in shrimp aquaculture: A review. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 7(3), pp.69-77. DOI:10.1016/B978-0-12-822909-5.00020-4

Jiang, L.L., Zhou, J.J., Quan, C.S. and Xiu, Z.L., 2017. Advances in industrial microbiome based on microbial consortium for biorefinery. *Bioresources and Bioprocessing*, 4, pp. 1–10. DOI:10.1186/s40643-017-0141-0

Kumar, V., Roy, S., Meena, D.K. and Sarkar, U.K., 2016. Application of probiotics in shrimp aquaculture: importance, mechanisms of action, and methods of administration. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(4), pp.342-368. DOI:10.1080/23308249.2016.1193841

Lazado, C.C., Caipang, C.M.A. and Estante, E.G., 2015. Prospects of host-associated microorganisms in fish and penaeids as probiotics with immunomodulatory functions. *Fish & Shellfish Immunology*, 45(1), pp.2-12. DOI:10.1016/j.fsi.2015.02.023

Liao, Y.K., 2023. Shrimp in labs: Biosecurity and hydro-social life. *Environment and Planning E: Nature and Space*, p. 25148486231174302. DOI:10.1177/25148486231174302

Llario, F., Falco, S., Sebastiá-Frasquet, M.T., Escrivá, J., Rodilla, M. and Poersch, L.H., 2019. The role of Bacillus amyloliquefaciens on *Litopenaeus vannamei* during the maturation of a biofloc system. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7, pp. 1–17. DOI:10.3390/jmse7070228

Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M., Porchas-Cornejo, M.A., Gollas-Galván, T., Scheuren-Acevedo, S., Arvayo, M.A., López-Elías, J.A. and López-Torres, M.A., 2017. Bacterial diversity studied by next-generation sequencing in a mature phototrophic *Navicula* Sp-based biofilm promoted into a shrimp culture system. *Aquaculture Research*, 48, pp. 2047–2054. DOI:10.1111/are.13037

Midhun, S.J., Arun, D. and Jyothis, M., 2023. Probiotic application of beneficial bacteria for improved health and disease control. In Recent Advances in Aquaculture Microbial Technology (pp. 275-289). *Academic Press*. DOI:10.1016/B978-0-323-90261-8.00002-X

Naylor, R.L., Hardy, R.W., Buschmann, A.H., Bush, S.R., Cao, L., Klinger, D.H., Little, D.C., Lubchenco, J., Shumway, S.E. and Troell, M., 2021. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591, pp. 551–563. DOI: 10.1038/s41586-021-03308-6.

Netzker, T., Fischer, J., Weber, J., Mattern, D.J., König, C.C., Valiante, V., Schroeckh, V. and Brakhage, A.A., 2015. Microbial communication leading to the activation of silent fungal secondary metabolite gene clusters. *Frontiers in Microbiology*, 6, 299P. DOI:10.3389/fmicb.2015.00299

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

Ng, W.K., Koh, C.B., Sudesh, K. and Siti-Zahrah, A., 2009. Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture Research*, 40, pp. 1490–1500. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x

Opiyo, M., 2020. Effects of probiotics on growth, flesh quality and hematoimmunological status of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Kirinyaga County, Kenya. Kenyatta University, (PhD dissertation).

Padmaperuma, G., Kapoore, R.V., Gilmour, D.J. and Vaidyanathan, S., 2018. Microbial consortia: a critical look at microalgae co-cultures for enhanced biomanufacturing. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38, pp. 690–703. DOI:10.1080/07388551.2017.1390728

Pourmozaffar, S., Hajimoradloo, A., Paknejad, H. and Rameshi, H., 2019. Effect of dietary supplementation with apple cider vinegar and propionic acid on hemolymph chemistry, intestinal microbiota and histological structure of hepatopancreas in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 86, pp. 900–905. DOI:10.1016/j.fsi.2018.12.019

Rejish Kumar, V.J., Achuthan, C., Manju, N.J., Philip, R. and Bright Singh, I.S., 2009. Mass production of nitrifying bacterial consortia for the rapid establishment of nitrification in saline recirculating aquaculture systems. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, pp. 407–414. DOI:10.1007/s11274-008-9905-1

Revuelta, J.L., Buey, R.M., Ledesma-Amaro, R. and Vandamme, E.J., 2016. Microbial biotechnology for the synthesis of (pro) vitamins, biopigments and antioxidants: challenges and opportunities. *Microbial Biotechnology*, 9(5), pp.564-567. DOI:10.1111/1751-7915.12379

Rhodes, L.D., Parrish, K.L. and Rub, M.W., 2023. Scientific support for health management and biosecurity for marine aquaculture in the United States. DOI:10.25923/55c9-ts52

Salinas, I., Abelli, L., Bertoni, F., Picchietti, S., Roque, A., Furones, D., Cuesta, A., Meseguer, J. and Esteban, M.Á., 2008. Monospecies and multispecies probiotic formulations produce different systemic and local immunostimulatory effects in the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish & Shellfish Immunology*, 25, pp. 114–123. DOI:10.1016/j.fsi.2008.03.011

Shinn, A.P., Pratoomyot, J., Griffiths, D., Trong, T.Q., Vu, N.T., Jiravanichpaisal, P. and Briggs, M., 2018. Asian shrimp production and the economic costs of disease. *Asian Fisheries Science*, 31, pp.29-58. DOI:10.33997/j.afs.2018.31.S1.003

Smith, R.P., Tanouchi, Y. and You, L., 2013. Synthetic microbial consortia and their applications, First Edit. ed, *Synthetic Biology*. Elsevier Inc. DOI:10.1016/B978-0-12-394430-6.00013-3

Tacon, A.G., 2020. Trends in global aquaculture and aquafeed production: 2000–2017. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(1), pp.43-56. DOI:10.1080/23308249.2019.1649634.

Tang, S., Liu, S., Zhang, J., Zhou, L., Wang, X., Zhao, Q., Weng, W., Qin, J.G., Chen, L. and Li, E., 2020. Relief of hypersaline stress in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* by dietary supplementation of a host-derived *Bacillus subtilis* strain. *Aquaculture*, 528, pp. 735542. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735542

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]
[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

Wang, Y.C., Hu, S.Y., Chiu, C.S. and Liu, C.H., 2019. Multiple-strain probiotics appear to be more effective in improving the growth performance and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, than single probiotic strains. *Fish & Shellfish Immunology*, 84, pp. 1050–1058. DOI:10.1016/j.fsi.2018.11.017

Wanna, W., Surachat, K., Kaitimonchai, P. and Phongdara, A., 2021. Evaluation of probiotic characteristics and whole genome analysis of *Pediococcus pentosaceus* MR001 for use as probiotic bacteria in shrimp aquaculture. *Scientific Reports*, 11, pp. 1–17. DOI:10.1038/s41598-021-96780-z

Wei, C., Luo, K., Wang, M., Li, Y., Pan, M., Xie, Y., Qin, G., Liu, Y., Li, L., Liu, Q. and Tian, X., 2022. Evaluation of potential probiotic properties of a strain of *Lactobacillus plantarum* for shrimp farming: from beneficial functions to safety assessment. *Frontiers in Microbiology*, 13, pp. 1–14. DOI:10.3389/fmicb.2022.854131.

Yang, H.L., Sun, Y.Z., Hu, X., Ye, J., Lu, K.L., Hu, L.H. and Zhang, J.J., 2019. *Bacillus pumilus* SE5 originated PG and LTA tuned the intestinal TLRs/MyD88 signaling and microbiota in grouper (*Epinephelus coioides*). *Fish & Shellfish Immunology*, 88, pp. 266–271. DOI:10.1016/j.fsi.2019.03.005.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]

Introducing a bacterial consortium for aquaculture

Pourmozaffar S.[1]; Gozari M.[2*]; Tamadoni Jahromi S.[2]; Zahedi M.R.[2]

1-Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e-Lengeh. Iran.
2-Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

Abstract

Probiotics are one of the most effective methods for replacing antibiotic therapy. Aquatic animals' quality can be enhanced through the use of probiotic products in various ways. The right choice of probiotics is crucial because unsuitable microorganisms can lead to negative effects on the host. A microbial consortium is not only a mixture of different strains, but also consists of different populations of microorganisms that interact with each other. The advantages of a bacterial consortium are the synthesis of complex molecules, such as extracellular enzymes. The use of a probiotic consortium that provides multiple beneficial functions and it is considered a new generation of probiotic products. Understanding the current interactions among consortium members and the dynamics of existing populations is essential for designing a microbial consortium with industrial applications.

Keywords: Antibiotic, Probiotic, Probiotic consortium

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-12-08]

[DOI: https://doi.org/10.22034/10.4.49]