مقاله علمی – پژوهشی:

اثرات سطوح اسیدهای بوتیریک و پروپیونیک جیره بر شاخص‌های رشد و فلور میکروبی روده ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*)

شاپور مهرجویان[۱]، سعید ضیایی‌نژاد*[۱]، منصور طرفی موزان‌زاده[۲]، لاله موسوی دهموردی[۱]

*zbsaeed@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران
۲- پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور، اهواز، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۳

چکیده

یک مطالعه هشت هفته‌ای به منظور بررسی اثرات سطوح مکمل بوتیریک اسید و پروپیونیک اسید در جیره بر رشد و میکرو فلور روده در بچه ماهیان ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) انجام شد. مکمل با سطوح مختلف بوتیریک (BA) و پروپیونیک (PA) برای طراحی هفت خوراک آزمایشی شامل: ۱- کنترل (رژیم غذایی بدون مکمل اسید آلی)، ۲- بوتیریک اسید ۰/۵ درصد، ۳- بوتیریک اسید ۱ درصد، ۴-پروپیونیک اسید ۰/۵ درصد، ۵- پروپیونیک اسید ۱ درصد، ۶- مخلوط ۰/۲۵ درصد بوتیریک و ۰/۲۵ درصد پروپیونیک و ۷-مخلوط ۰/۵ درصد بوتیریک و ۰/۵ درصد پروپیونیک اسید به جیره غذایی پایه (۴۴ درصد پروتئین و ۱۵ درصد چربی)، اضافه شدند. تعداد ۳۱۵ ماهی با وزن اولیه ۰/۵±۲۸/۵ گرم در بین ۲۱ مخزن پلی اتیلن ۳۰۰ لیتری توزیع شدند. ماهی‌ها با جیره‌های آزمایشی دو بار در روز تا حد سیر شدن بصری تغذیه شدند تا اطمینان حاصل شود که هیچ خوراکی در مخزن باقی نماند. دمای آب و شوری به‌ترتیب ۳۱/۳ درجه سانتی‌گراد و ۴۶ گرم در لیتر بود. ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ و ۱ درصد PA یا ۰/۵ درصد ترکیبات BA و PA نسبت به سایر گروه‌ها دارای سرعت رشد بهتری بودند. همچنین بهبود ضریب تبدیل غذایی در تیمار تغذیه شده با ۰/۵ درصد PA و نیز تیمار ۱ درصد BA مشاهده شد. تعداد کل باکتری‌ها در روده تحت تأثیر خوراک‌های آزمایشی قرار نگرفت، اما تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک با مکمل اسیدهای آلی در جیره افزایش یافت. بر اساس یافته‌های این مطالعه، ۰/۵ درصد PA یا ترکیبات PA و BA در سطح ۰/۵ درصد برای بهبود رشد و وضعیت سلامت روده در بچه ماهیان صبیتی توصیه می‌شود.

لغات کلیدی: اسیدهای آلی، ماهی صبیتی، تغذیه، باکتری‌های اسید لاکتیک، ضریب تبدیل غذایی

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

بروز بیماری در مزارع پرورشی با توجه به شرایط پرورش از قبیل افزایش تراکم، مدیریت نامناسب، تغییرات شدید در عوامل فیزیکوشیمیایی آب و جیره غذایی نامناسب غیرقابل اجتناب است. تاکنون درمان اختصاصی برای تعدادی از بیماری‌ها مشخص نشده و نتیجه درمان‌های دارویی در شرایط تجربی، اغلب با شرایط طبیعی و عملی متفاوت است. برخی درمان‌ها در فصل رشد، فصل زمستان یا در برخی واحدهای پرورش به‌خصوص قفس‌های دریایی صنعتی با ظرفیت‌های توده زنده بسیار زیاد قابل اجرا نیستند و هزینه درمان دارویی در این موارد بسیار زیاد است. از سوی دیگر، ماندگاری مواد شیمیایی و دارویی در بدن آبزیان اثرات مضری برای مصرف‌کننده و محیط زیست خواهد داشت. لذا، پیشگیری از بیماری‌ها اهمیت بسیار بیشتری نسبت به درمان دارد (Wang *et al.*, 2017). به علت مشکلات مذکور، امروزه برای پیشگیری از بیماری‌های عفونی و غیرعفونی در صنعت آبزی‌پروری، از محرک‌های ایمنی و سایر افزودنی‌ها (اسیدهای آلی، پروبیوتیک و پربیوتیک) به جای دارو درمانی استفاده می‌شود (Wang *et al.*, 2017; Dawood *et al.*, 2018).

انواع اسیدهای آلی(فرمیک، پروپیونیک، استیک، بوتریک، سیتریک، لاکتیک، مالیک، سوربیک) و نمک‌های آنها در بافت‌های گیاهان و جانوران وجود دارد و به عنوان اسیدی فایر در صنعت تغذیه دام، طیور و اخیراً در آبزی‌پروری مورد بهره‌برداری قرارگرفته‌اند (Mohammadi *et al.*, 2020). اسیدهای آلی و نمک‌های آنها (سدیم، پتاسیم و کلسیم) از این قابلیت برخوردارند که رشد را تحریک می‌کنند و سلامتی موجود را ارتقاء می‌دهند (Defoirdt *et al.*, 2009). همچنین مقاومت به بیماری‌ها را افزایش می‌دهند و هنگامی‌که به غذا افزوده شوند، کارایی آن را افزایش می‌دهند (Asgharzadeh and Taati, 2020).

در بین مکمل‌های غذایی و مواد محرک ایمنی، امروزه توجه ویژه‌ای به کاربرد تجاری اسیدهای آلی در جیره ماهیان و سایر جانداران در جهت کنترل بیماری و افزایش کارایی رشد صورت گرفته است. نتایج مطالعات مختلف بر آبزیان نشان داده است که کارایی رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و سلامت روده را می‌توان با استفاده از برخی اسیدهای آلی و نمک‌های آنها بهبود بخشید (Tran *et al.*, 2020). تأثیر اسیدهای آلی و نمک‌های آنها بر کارایی رشد و سلامت ماهیان به گونه ماهی، نوع و میزان اسید آلی یا نمک مورد استفاده بستگی دارد (Ng and Koh, 2017; Tran *et al.*, 2020). در تغذیه جانوران، اسیدهای آلی اثرات خود را از طریق تاثیرگذاری بر غذا، دستگاه گوارش و متابولیسم جاندار، اعمال می‌کنند (Hoseinifar *et al.*, 2017). همچنین این مواد می‌توانند از طریق کاهش pH و اتصال با مواد معدنی در روده، به افزایش جذب مواد معدنی و سرعت تبدیل پپسینوژن به پپسین، کمک کنند. اسیدهای آلی از طریق لیز کردن غشاء باکتری‌های بیماری‌زا به‌ویژه باکتری‌های گرم منفی و ایجاد محیطی مناسب برای رشد باکتری‌های اسید دوست نظیر باکتری‌های اسید لاکتیکی قادر به اصلاح میکروفلور روده هستند. باکتری‌های اسید لاکتیک روده به همراه اسیدهای آلی باعث تشکیل یک سد دفاعی می‌شوند که از چسبندگی و انتقال باکتری‌های بیماری‌زا به اپیتلیوم روده جلوگیری می‌کند (Sotoudeh *et al.*, 2020).

ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) از خانواده شانک ماهیان (Sparidae) یکی از گونه‌های بسیار مهم بومی خلیج فارس و خورهای منشعب از آن است. این ماهی با توجه به شرایط زندگی و توانایی مقاومت در شرایط اسارت به عنوان گزینه مناسب برای توسعه پرورش ماهیان دریایی در قفس در آبهای خلیج فارس و دریای عمان مطرح است. ماهی صبیتی از جیره‌های پلت شده با کارایی زیاد استفاده می‌کند و ضریب تبدیل غذایی معادل ۱/۸-۱/۴ را با توجه به نوع سیستم پرورش، کیفیت جیره غذایی به‌خصوص محتوا و منبع پروتئینی آن ایجاد می‌کند. این گونه در طول ۱۸-۱۴ ماه پرورش می‌یابد و از وزن ۵۰ گرم به وزن معادل ۷۰۰ گرم خواهد رسید. نیازهای تغذیه‌ای این گونه برای درشت‌مغذی‌ها در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است (Mozanzadeh *et al.*, 2017; Zehra *et al.*, 2024). با وجود این، تا کنون مطالعه‌ای در ارتباط با استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای نظیر اسیدهای آلی در این گونه صورت نگرفته است. لذا، مطالعه حاضر جهت بررسی اثرات

استفاده از اسیدهای آلی بوتیریک و پروپیونیک اسید در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و فلور میکروبی ماهی صبیتی جوان انجام گرفت.

مواد و روش کار

در این آزمایش از اسیدهای آلی بوتیریک و پروپیونیک (مرک، آلمان) هر کدام در دو سطح ۰/۵ و ۱ درصد جیره غذایی استفاده شد. اسیدهای آلی مذکور ابتدا در آب مقطر حل شده و سپس به جیره غذایی فرموله ساخت شرکت ۲۱ بیضا (قطر ۴/۵-۳ میلی‌متر، حاوی ۴۴ درصد پروتئین، ۱۵ درصد چربی، ۱۴ درصد خاکستر و ۱۰ درصد رطوبت) اضافه شدند. جیره‌های آزمایشی، شامل هفت جیره به‌ترتیب: ۱- جیره کنترل (فاقد اسیدهای آلی (Control,، ۲-جیره حاوی ۰/۵ درصد اسید بوتیریک (BA0.5%)، ۳-جیره حاوی ۱ درصد اسید بوتیریک (BA1.0%)، ۴-جیره حاوی ۰/۵ پروپیونیک اسید (PA0.5%)، ۵- جیره حاوی ۱ درصد پروپیونیک اسید (PA1.0%)، ۶- جیره حاوی ۰/۲۵ درصد بوتیریک و ۰/۲۵ پروپیونیک (BA+PA0.5%) و ۷- جیره حاوی ۰/۵ درصد بوتیریک و ۰/۵ پروپیونیک (BA+PA1.0%) اسید، بودند. ابتدا جیره پایه، پودر شده، اسیدهای آلی وزن شده و در آب مقطر حل شدند و به جیره پودر شده اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شده تا خمیر حاصل همگن شود. در نهایت پلت‌های غذایی با استفاده از چرخ گوشت با مش ۳ میلی‌متر ساخته شده و در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت در مقابل پنکه، خشک شدند (Alamifar *et al.*, 2020).

این آزمایش در ایستگاه ماهیان دریایی بندر امام وابسته به پژوهشکده آبزی پروری آبهای جنوب کشور انجام شد. بچه ماهیان پیش از شروع تحقیق به مدت دو هفته با شرایط آزمایشگاهی سازگار شدند. برای این آزمایش تعداد ۳۱۵ قطعه بچه ماهی صبیتی (۱۵ عدد بچه ماهی در هر مخزن) با میانگین وزن تقریبی ۰/۵±۲۸/۵ گرم استفاده شد که به طور تصادفی در ۲۱ مخزن ۳۰۰ لیتری که با آب دریا تصفیه و ضدعفونی شده پر شده بود، تقسیم شدند. ماهیان به مدت هشت هفته با جیره‌های آزمایشی به صورت ۲ مرتبه در روز (ساعات ۸ صبح و ۲ بعد از ظهر)، در حد سیری تغذیه شدند به‌طوری‌که هیچ پلت غذایی در کف تانک باقی نماند. دما، شوری و اکسیژن محلول در آب به‌ترتیب ۰/۵±۳۱/۳ درجه سانتی‌گراد، ۰/۳± ۴۶ گرم در لیتر ۰/۲±۶/۲ میلی‌گرم در لیتر بودند. هر تیمار غذایی در ۳ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در طول دوره آزمایش، دوره نوری (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی)، تنظیم گردید.

یک روز قبل از نمونه‌برداری، غذادهی قطع شد. اندازه‌گیری طول و وزن ماهیان درآغاز و انتهای دوره آزمایش صورت گرفت. به منظور اندازه‌گیری و پایش عوامل رشد و فلور میکروبی روده، در انتهای تحقیق نمونه‌برداری انجام شد. برای نمونه‌برداری نخست، ماهیان با ماده شیمیایی فنوکسی اتانول (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بیهوش شدند (Ziaei-nejad *et al.*, 2021) و سپس اندازه گیری طول و وزن انفرادی ماهیان انجام شد. عملکرد رشد و بازماندگی براساس فرمول‌های ذیل محاسبه شدند:

ضریب رشد ویژه (SGR, %/day) = 100 × [(ln WF – ln WI) / T]

بازماندگی (%) = 100 × (NF / NI).

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = F / (WF-WI)

WF: میانگین وزن نهایی، WI: میانگین وزن اولیه، T: تعداد روزهای پرورش، F: مقدار غذای مصرفی ماهی

همچنین جهت بررسی فلور میکروبی، ۶ عدد ماهی از هر مخزن نمونه‌برداری شد. ابتدا سطح بدن ماهی با الکل ۷۰ درصد ضد عفونی شده و با استفاده از قیچی، محوطه شکمی ماهیان باز شده و روده جدا شد. یک گرم از بافت روده در ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل، رقت‌سازی شده و از این نمونه، رقت‌های متوالی 10^{-2}-10^{-7} ساخته شد. از این رقت‌ها به صورت سطحی در محیط‌های کشت MRS Agar و TSA به‌ترتیب برای شمارش *Lactobacillus* و شمارش کلی باکتری‌ها کشت انجام شد. پلیت‌های MRS به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در محل بی‌هوازی

قرار داده شد. پس از انکوباسیون، تعداد پرگنه‌های باکتری‌ها شمارش شدند و بر اساس رقت، محاسبه صورت پذیرفت (Mahious *et al.*, 2006).

تجزیه‌وتحلیل اطلاعات حاصل از تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ بررسی شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگن بودن داده‌ها با آزمون Levene انجام گرفت. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از تجزیه‌وتحلیل واریانس یکطرفه، استفاده شده و اختلاف بین میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه دانکن بررسی شد. سطح معنی‌دار بودن در تمامی بررسی‌ها ۰/۵ درصد در نظر گرفته شد و از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

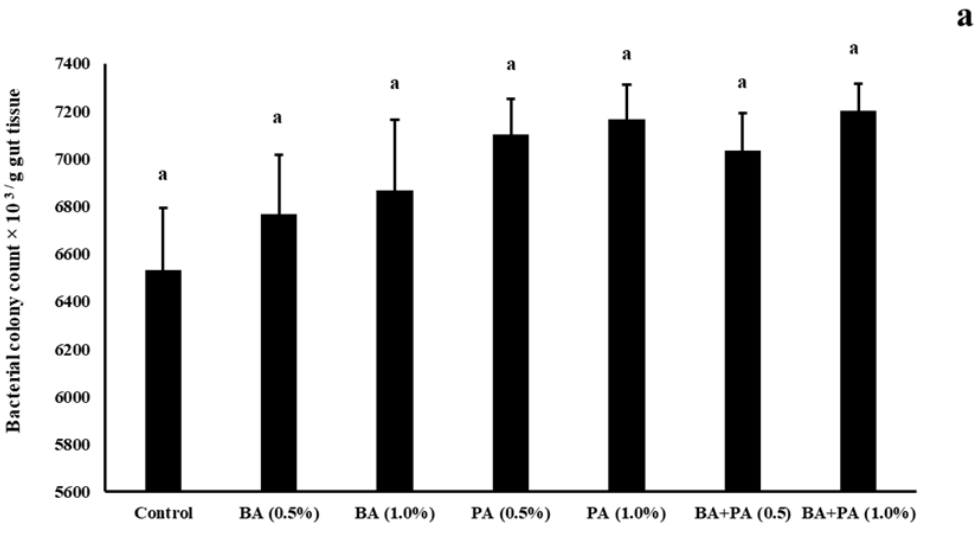
نتایج مطالعه حاضر نشان داد، افزودن ۰/۵ یا ۱ درصد پروپیونیک اسید یا ۰/۵ درصد مخلوط اسیدهای پروپیونیک و بوتیریک سبب بهبود رشد، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در ماهی صبیتی جوان شد ($p<۰/۰۵$). همچنین ماهیان تغذیه شده با مخلوط اسیدهای آلی، از بازماندگی کامل نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. همچنین افزودن اسیدهای کوتاه زنجیره بوتیریک و پروپیونیک به صورت مستقل یا مخلوط، اثری بر تعداد کل باکتری‌های روده ماهی صبیتی نداشت. با وجود این، افزودن اسیدهای کوتاه زنجیره سبب افزایش تعداد کلونی‌های باکتری‌های اسید لاکتیکی در روده ماهی صبیتی جوان گردید ($p<۰/۰۵$) (جدول ۱ و شکل ۱).

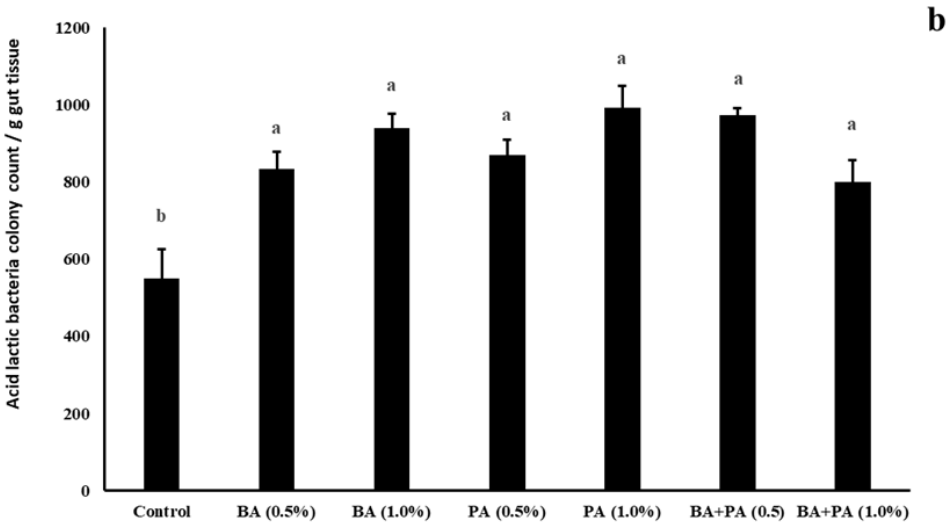
جدول ۱: اثرات تیمارهای غذایی بر عملکرد رشد و کارایی جیره غذایی ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) پس از ۸ هفته. حروف متفاوت در یک ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌هاست ($P<۰/۰۵$). داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد بیان شدند.

Table 1: Effects of dietary treatments on the growth performance and feed utilization of Sobaity seabream *(Sparidentex hasta)* for 8 weeks (means ± SE, n = 3). Different letters in a row indicate significant differences between dietary treatments ($P < 0.05$).

Parameters	Dietary treatments						
	Control	BA (0.5%)	BA (1.0%)	PA (0.5%)	PA (1.0%)	BA+PA (0.5%)	BA+PA (1.0%)
IBW (g)[1]	29.8 ± 0.1	29.6 ± 0.2	29.5 ± 0.1	29.5 ± 0.1	29.6 ± 0.2	29.2 ± 0.1	29.6 ± 0.1
FBW (g)[2]	71.8 ± 2.2^{b}	72.7 ± 1.4^{b}	75.4 ± 1.5^{ab}	78.7 ± 2.4^{a}	76.8 ± 1.1^{a}	77.4 ± 0.7^{a}	72.8 ± 1.2^{b}
SGR (%day^{-1})[3]	1.57 ± 0.1^{b}	1.60 ± 0.1^{b}	1.67 ± 0.0^{ab}	1.75 ± 0.1^{a}	1.70 ± 0.0^{a}	1.74 ± 0.0^{a}	1.60 ± 0.0^{b}
Survival (%)[4]	97.5 ± 1.4	95.0 ± 2.9	95.0 ± 2.9	97.5 ± 1.4	92.5 ± 1.4	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
FCR[5]	1.42 ± 0.1^{b}	1.40 ± 0.1^{b}	1.20 ± 0.0^{a}	1.20 ± 0.1^{a}	1.5 ± 0.1^{b}	1.5 ± 0.1^{b}	1.40 ± 0.1^{b}

[1]IBW: Initial body weight; [2]FBW: Final body weight; [3]Specific growth rate (SGR, %/day) = 100 × [(ln FBW – ln IBW) / number of feeding days]; [4]Survival (%) = 100 × (final number of Fish / initial number of Fish); [5]Feed conversion ratio (FCR) total feed intake (g) / weight gain (g)





شکل ۱: اثرات تیمارهای غذایی بر تعداد کل کلونی‌های باکتریایی (a) و باکتری‌های اسید لاکتیک (b) در هر گرم بافت روده ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*). حروف متفاوت روی ستون‌های نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌هااست (P<۰/۰۵). داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد بیان شدند.

Figure 1: Effects of dietary treatments on the total bacterial (a) and lactic acid bacteria counts per g of the gut tissue of juveniles Sobaity seabream (*Sparidentex hasta*). Different upper case letters on the columns indicate significant differences between dietary treatments (*P* <0.05).

بحث

در مطالعه حاضر، ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ و ۱ درصد PA یا ۰/۵ درصد ترکیبات BA و PA نسبت به سایر گروه‌ها، دارای سرعت رشد بالاتری بودند. مطالعات نشان داده‌اند، افزودن اسیدهای آلی به جیره غذایی، دسترسی زیستی به مواد مغذی (اسیدهای آمینه) و مواد معدنی (فسفر، روی و کلسیم) را با افزایش قابلیت هضم و بهبود فلور باکتریایی روده و شلاته کردن مواد معدنی افزایش می‌دهد (Ng *et al.*, 2009). همچنین کاهش pH در محیط روده با استفاده از اسیدهای آلی، حلالیت مواد معدنی را در روده افزایش داده و دسترسی زیستی آنها را نیز بهبود می‌دهد (Hoseinifar *et al.*, 2017). علاوه‌براین، اسیدهای آلی کوتاه زنجیره با انتشار غیر فعال از طریق اپیتلیال روده جذب و در تولید انرژی (چرخه کربس) شرکت می‌کنند (Luckstadt, 2008). سلول‌های اپتلیال روده از این مواد می‌توانند جهت ترمیم و افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی استفاده کنند (Ng and Koh, 2017) که در نتیجه افزایش اندازه زوائد مسواکی روده و بالا بردن سطح جذب و به تبع آن کارایی بیشتر غذا را به‌دنبال خواهد داشت، برای مثال، Elala و Ragaa (۲۰۱۵) از پتاسیم دی فورمات به میزان ۰/۳ درصد در جیره غذای ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) استفاده کردند و تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های رشد مشاهده کردند. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که مخلوطی مناسب از اسیدهای آلی مختلف می‌توانند باعث افزایش اثرات هم‌افزایی که باهم ادغام شده‌اند، شود و ترکیب آنها عملکرد رشد گونه‌های آبزی پروری را بالا ببرد. ترکیب اسید پروپیونیک، آمونیوم فرمات و اسید فرمیک به میزان ۴ گرم در جیره غذایی ماهی کفشک ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) سبب بهبود رشد و کارایی جیره گردید (Katya *et al.*, 2018). برای مثال، استفاده از اسیدسیتریک به میزان ۱/۶-۰/۸ درصد در جیره غذایی ماهی شوریده زرد بزرگ (*Larimichthys crocea*) نیز نتایج مشابهی را به‌همراه داشته است (Zhang *et al.*, 2016).

در مطالعات مختلفی همسو با مطالعه حاضر، تأثیر مثبت اسیدهای آلی بر ضریب تبدیل غذایی گزارش شده است. برای مثال، در مطالعه‌ای، مشخص شد که استفاده از ۱ درصد اسید سیتریک باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی در

ماهی بأس دریایی قرمز می‌گردد (Sarker *et al*., 2007). توضیح اولیه برای بهبود راندمان رشد و ضریب تبدیل غذایی ماهی سطوح pH در معده و روده است (Fabay *et al*., 2022).

فلور میکروبی روده می‌تواند نقش بسیار مهمی در تعدیل ظرفیت عملکرد روده داشته و به شکل آشکار به‌وسیله عملکرد مکمل‌های خوراکی مانند اسیدهای آلی، تاثیرگذار باشد. ترکیبات جیره غذایی، ترکیب بیوشیمیایی جیره غذایی و مکمل‌های غذایی نظیر اسیدهای آلی می‌توانند به طور چشمگیری در فلور باکتریایی روده مؤثر باشند (Ringo and Song, 2016). به‌علاوه، اسیدهای آلی با بالا بردن میزان کلنی‌های باکتری‌های مفید مقاوم در برابر اسید (باکتری‌های اسیدلاکتیک)، در عین حال موجب لیز کردن غشاء باکتری‌های بیماری‌زا حساس به اسید (باکتری‌های گرم منفی)، قادرند التهاب را در مخاط روده کاهش دهند و اثرات مثبت چشمگیری بر سلامت روده و در نتیجه ایمنی ماهی به‌همراه داشته باشند (Luckstadt, 2008). در مطالعه حاضر، افزودن اسیدهای آلی پروپیونیک و بوتیریک به صورت مجزا و مخلوط سبب افزایش باکتری‌های اسید لاکتیک در روده ماهی صبیتی گردید. این در حالی بود که تعداد کل باکتری‌ها در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش نیافت. این موضوع می‌تواند بیانگر تأثیر این اسیدهای آلی در رشد باکتری‌های اسید لاکتیک و ترغیب مزیت رقابتی به این باکتری‌ها در رقابت با سایر باکتری‌ها باشد. در واقع، اگر این ترکیبات رشد سایر باکتریؤها را نیز افزایش می‌دادند که بر طبق قاعده، تعداد کل باکتری‌ها باید افزایش می‌یافت که نتایج، خلاف این را نشان داد. همچنین افزودن اسیدهای آلی به جیره غذایی، کلنی باکتری‌های اسیدلاکتیک روده را در ماهی کفشک (Dai *et al*., 2018) و بأس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) (Reyshari *et al*., 2019) افزایش داد. به‌علاوه، این باکتری‌های مفید بر تولید سیتوکین از طریق بافت لنفاوی روده اثر دارند و منجر به تقویت سیستم ایمنی ماهی می‌شوند (Elala and Ragaa, 2015). افزایش باکتری‌های مفید (باکتری‌های اسید لاکتیک) در روده با افزودن انواع اسیدهای آلی در گونه‌های آبزیان مختلف نظیر میگوی پا سفید غربی (*Penaeus vannamei*) (da Silva *et al*., 2016)، تیلاپیای نیل (Elala and Ragga, 2015) و ماهی لوچ (*Paramisgurnus dabryanus*) (Gao *et al*., 2017) نیز گزارش شده است.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان داد که عملکرد رشد بچه ماهیان صبیتی که با جیره‌های غذایی توأم با مکمل پروپیونیک اسید تغذیه گردیدند، در سطح ۰/۵ درصد ارتقاء داشتند که با بالابردن کارایی تبدیل جیره غذایی همراه بودند. به‌علاوه، متعادل‌سازی فلور میکروبی روده با افزایش در کلنی باکتری‌های اسیدلاکتیک، قادر است اثرات مثبتی در هضم، جذب و در نتیجه، سلامت ماهیانی که با جیره‌های غذایی دارای اسیدهای آلی تغذیه گردیدند، به‌همراه داشته باشد. لذا، با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از پروپیونیک اسید در سطح ۰/۵ درصد در جیره غذایی ماهی صبیتی جوان، توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان نهایت تشکر و قدردانی خود را از پشتیبانی آقای رحیم اصولی و خانم مهدیه نارویی طی اجرای پروژه و نمونه برداری از ماهیان، ابراز می‌دارند.

منابع

Alamifar, H., Soltanian, S., Vazirzadeh, A., Akhlaghi M., Morshedi V., Gholamhosseini, A. and Torfi Mozanzadeh, M., 2020. Dietary butyric acid improved growth, digestive enzyme activities and humoral immune parameters in Barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture Nutrition,* 26:56–164. DOI:10.1111/anu.12977

Asgharzadeh, S., and Taati, R., 2020. Evaluation of Growth Performance, Some Hematological and immune Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerlings Fed Acidifier Supplementation. *Journal of Animal Environment,* 12(1), 269-276. DOI:10.22034/aej.2020.105344 [in Persian]

Da Silva, B.C., Vieira, F.N., Mouriño, J.L.P., Bolivar, N. and Seiffert, W.Q., 2016. Butyrate and propionate improve the growth performance of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 47:612–623. DOI:10.1111/are.12520

Dai, J., Li, Y., Yang, P., Liu, Y., Chen, Z., Ou, W. and Mai, K., 2018. Citric acid as a functional supplement in diets for juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* L.: Effects on phosphorus discharge, growth performance, and intestinal health. *Aquaculture*, 495:643–653. DOI:10.1016/j.aquaculture.2018.04.004

Dawood, M.A., Koshio, S. and Esteban, M.Á., 2018. Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture,* 10:950–974. DOI:10.1111/raq.12209

Defoirdt, T., Boon, N., Sorgeloos, P., Verstraete, W. and Bossier, P., 2009. Short-chain fatty acids and poly-b hydroxyalkanoates: (New) Biocontrol agents for a sustainable animal production. *Biotechnology Advances*, 27:680-685. DOI:10.1016/j.biotechadv.2009.04.026

Elala, N.M.A. and Ragaa, N.M., 2015. Eubiotic effect of a dietary acidifier (potassium diformate) on the health status of cultured *Oreochromis niloticus*. *Journal of Advanced Research*, 6:621–629. DOI:10.1016/j.jare.2014.02.008

Fabay, R.V., Serrano Jr, A.E., Alejos, M.S. and Fabay, J.V., 2022. Effects of dietary acidification and acid source on fish growth and feed efficiency (Review). *World Academy of Sciences Journal*, 4:21. DOI:10.3892/wasj.2022.156

Gao, Y., He, J., He, Z., Li, Z., Zhao, B., Mu, Y. and Chu, Z., 2017. Effects of fulvic acid on growth performance and intestinal health of juvenile loach *Paramisgurnus dabryanus* (Sauvage). *Fish and Shellfish Immunology*, 62:47–56. DOI:10.1016/j.fsi.2017.01.008

Hoseinifar, S.H., Sun, Y.Z. and Caipang, C.M., 2017. Short chain fatty acids as feed supplements for sustainable aquaculture: an updated review. *Aquaculture Research*, 48:1380–1391. DOI:10.1111/are.13239

Katya, K., Park, G., Bharadwaj, A.S., Browdy, C.L., Vazquez-Anon, M. and Bai, S.C., 2018. Organic acids blend as dietary antibiotic replacer in marine fish olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Research*, 49:2861–2868. DOI:10.1111/are.13749

Lückstadt, C., 2008. The use of acidifiers in fish nutrition. *Cab Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 3: 1–8. DOI: 10.1079/PAVSNNR20083044

Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Metailler, R. and Olivier, F., 2006. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C1758). *Aquaculture International*, 14:219-229. DOI:10.1007/s10499-005-9003-4

Mohammadi, M.J., Rajabzadeh ghatrami, E., Soltani, M., Ghaedi, A. and Alishahi, M., 2020. Effects of sodium diformate and citric acide on growth performance, immune and

hematological parameters of the juvenile *Oncorhynchus mykiss*. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 29 (1):117-129. DOI:20.1001.1.10261354.1399.29.1.2.0. [in Persian]

Mozanzadeh, M.T., Marammazi, J.G., Yaghoubi, M., Agh, N., Pagheh, E. and Gisbert, E., 2017. Macronutrient requirements of silvery black porgy (*Sparidentex hasta*): a comparison with other farmed sparid species. *Fishes,* 2:5-10. DOI:10.3390/fishes2020005

Ng, W. and Koh, C., 2017. The utilization and mode of action of organic acids in the feeds of cultured aquatic animals. *Reviews in Aquaculture*, 9:342-368. DOI:10.1111/raq.12141

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*, 40:1490-1500. DOI:10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x

Reyshari, A., Mohammadiazarm, H., Mohammadian, T. and Mozanzadeh, M.T., 2019. Effects of sodium diformate on growth performance, gut microflora, digestive enzymes and innate immunological parameters of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles. *Aquaculture Nutrition,* 25:1135–1144. DOI:10.1111/anu.12929

Ringo, E. and Song, S.K., 2016. Application of dietary supplements (synbiotics and probiotics in combination with plant products and beta-glucans) in aquaculture. *Aquaculture Nutrition*, 22:4–24. DOI:10.1111/anu.12349

Sarker, M.S.A., Satoh, S. and Kiron, V., 2007. Inclusion of citric acid and/or amino acid-chelated trace elements in alternate plant protein source diets affects growth and excretion of nitrogen and phosphorus in red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture*, 262(2-4):436-443. DOI:10.1016/j.aquaculture.2006.10.007

Sotoudeh, E., Sangari, M., Bagheri, D., Morammazi, S. and Torfi Mozanzadeh, M., 2020. Dietary organic acid salts mitigate plant protein induced inflammatory response and improve humoral immunity, antioxidative status and digestive enzyme activities in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus*. *Aquaculture Nutrition*, 2:1669–1680. DOI:10.1111/anu.13112.

Tran, N.T., Li, Z., Wang, S., Zheng, H., Aweya, J.J., Wen, X. and Li, S., 2020. Progress and perspectives of short-chain fatty acids in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12:283–298. DOI:10.1111/raq.12317

Wang, W., Sun, J., Liu, C. and Xue, Z., 2017. Application of immunostimulants in aquaculture: Current knowledge and future perspectives. *Aquaculture Research,* 48:1–23. DOI:10.1111/are.13161

Zehra, S., Laranja, J.L.Q., Abulkasim, A.S., Saleh, R., De Mello, P.H., Pantanella, E., Alarcon, J., Al-Suwailem, A.M., Al Shaikhi, A., Glencross, B.D., and Mohamed, A.H.W., 2024. Nutrient and Energy Apparent Digestibility of Protein-

Based Feed Ingredients and Effect of the Dietary Factors on Growth Performance and Feed Utilization of Sobaity Seabream, *Sparidentex hasta*. *Animals*, 14(6):933. DOI:10.3390/ani14060933

Zhang, H., Yi, L., Sun, R., Zhou, H., Xu, W., Zhang, W. and Mai K., 2016. Effects of dietary citric acid on growth performance, mineral status and intestinal digestive enzyme activities of large yellow croaker *Larimichthys crocea* (Richardson, 1846) fed high plant protein diets. *Aquaculture*, 453:147–153. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.11.032

Ziaei-nejad, S., Hosseini, S.M. and Seyed Mortezaei, S.R., 2021. Effects of selenium nanoparticles supplemented feed on biochemical indices, growth and survival of yellow-tail seabream (*Acanthopagrus latus*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(5):1001-1011. DOI:20.1001.1.16807073.2021.23.5.16.7

Effects of dietary butyric and propionic acids on growth parameters and gut microflora in Sobaity seabream juveniles (*Sparidentex hasta*)

Mehrjooyan S.[1]; Ziaeinejad S.[1*]; Torfi Mozanzadeh M.[2]; Mousavi Dehmourdi L.[1,]

*zbsaeed@yahoo.com

1-Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Natural Resources Faculty, Department of Fisheries, Behbahan, Iran
2- Aquaculture Research Center -South of Iran, Iranian Fisheries Science Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension organization (AREEO), Ahwaz, Iran

Abstract

An eight-week study was conducted to examine the effects of dietary butyric and propionic supplementation levels on growth and gut microflora in juveniles' sobaity seabream (*Sparidentex hasta*). In this regard, a basal diet (44% crude protein and 15% lipid) was supplemented with various levels of butyric (BA) and propionic acids (PA) to design seven experimental feeds as follow: 1-control (diet without organic acid supplementation), 2- BA 0.5%, 3- BA 1%, 4- PA 0.5%, 5- PA 1%, 6- BA+PA 0.5% (0.25% BA+0.25% PA supplementation), 7- BA+PA 1% (0.5% BA+0.5% PA supplementation). Three hundred and fifteen fish with initial weight of 28.5±0.5 g were distributed among 21 polyethilene tanks (300 L). The fish were fed with the experimental diets three times a day up to visual satiation making sure that no feed remain at the bottom of the tanks. Water temperature and salinity were 31.3 °C and 46 g/L, respectively. The fish fed with 0.5 and 1% PA or 0.5% blends of BA and PA had higher growth rate than other groups. Also, the improvement of food conversion ratio was observed in the treatment fed with 0.5% PA and 1% BA treatments. Total bacterial count in the gut did not affect by the experimental feeds but lactic acid bacteria count increased with supplementing acidifiers in diet. Based on the findings of this study, 0.5% PA or blends of PA and BA at 0.5% level are recommended for improving growth and gut health condition in juveniles' sobaity seabream.

Keywords: Organic acids, Sobaity seabream, Nutrition, lactic acid bacteria, Feed conversion ratio

*Corresponding author