مقاله کامل علمی- پژوهشی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹
۸۳-۹۱
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2020.16741.1506

اثرات استفاده مجزا و تلفیقی اسید فرمیک و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی (*Pediococcus acidilactici*) بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

فاطمه حشمت‌فر[۱]، *رقیه صفری[۱]، علی شعبانی[۱]، سید حسین حسینی‌فر[۱] و هادی غفاری[۲]

[۱]دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲]مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۰٤

چکیده

در این آزمایش اثر پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی (*Pediococcus acidilactici*)، اسید فرمیک و تلفیق پروبیوتیک و اسید فرمیک بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور تعداد ۲۲۸ قطعه ماهی کپور با میانگین وزنی ۰/۵±۵/۵ گرم به‌مدت ۸ هفته با ۳ جیره آزمایشی حاوی ۰/۱ درصد پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی، ۰/۳ درصد اسید فرمیک و تلفیق پروبیوتیک و اسید فرمیک و جیره شاهد (بدون افزودنی) با ۳ تکرار تغذیه شدند. در پایان دوره شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد در شاخص میانگین وزن ثانویه و افزایش وزن اختلاف معنی‌داری در تیمار تلفیقی و هم‌چنین تیمار مجزای اسید فرمیک با تیمار پروبیوتیک و شاهد مشاهده شد. نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵). کم‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تلفیقی پروبیوتیک و اسید فرمیک مشاهده شد. درصد بازماندگی در شوری ۱۵ گرم در هزار در ماهیان تغذیه‌شده با تیمارهای غذایی مختلف طی ۷ روز در تیمار تلفیقی در تمام روزهای مواجهه با تنش شوری بیش‌ترین میزان (۱۰۰ درصد) و در تیمار پروبیوتیک بیش‌تر از تیمار اسید فرمیک و شاهد بود. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اثرات مفید پدیوکوکوس اسید لاکتیکی و اسید فرمیک به‌ویژه به‌صورت تلفیقی بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در ماهی کپور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، پروبیوتیک، تنش شوری، رشد، ماهی کپور

* مسئول مکاتبه: roghi_safari@yahoo.com

مقدمه

در طی چنددهه گذشته، صنعت آبزی‌پروری رشد سریعی در بخش تولید مواد غذایی در جهان داشته است. این افزایش در طول دوره پرورش با عوامل محدودکننده از جمله کاهش کیفیت آب و بیماری‌ها همراه است. بنابراین افزایش رشد و بازدهی همراه با پیش‌گیری از بیماری در مزارع آبزی‌پروری از مباحث مهم مدیریتی در مزارع پرورش آبزیان به‌شمار می‌آید. امروزه استفاده از جیره‌های حاوی پروبیوتیک، پربیوتیک، اسید آلی و مکمل‌های غذایی در آبزی‌پروری به‌دلیل داشتن مزایای گوناگون از جمله غلبه بر محدودیت‌های به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها، افزایش نرخ تولیدو کارآیی رشد و بهبود وضعیت ایمنی متداول شده است (نایاک، ۲۰۱۰). پربیوتیک‌ها از جمله مکمل‌های مورد استفاده در آبزیان هستند که با بهسازی فلور باکتریایی روده آن‌ها موجب بهبود هضم و جذب غذا و متعاقب آن بهبود رشد و تغذیه می‌شوند. اسیدهای آلی از طریق کاهش pH محتویات روده و معده، عملکرد بهتر پپسین، کاهش باکتری‌های مضر و توازن فلور میکروبی روده موجب افزایش رشد می‌گردند (لوکاست، ۲۰۰۸). یکی دیگر از کاربردهای اسیدهای آلی افزایش قابلیت هضم مواد معدنی، پروتئین‌ها و کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌باشد (خواجه‌پور و حسینی، ۲۰۱۲؛ هو و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این اسیدهای آلی با کاهش pH غذا از رشد فلور میکروبی در غذا جلوگیری کرده و موجب کاهش جذب ارگانیسم‌های پاتوژن احتمالی و متابولیت‌های سمی آن‌ها از طریق غذا در جانوران پرورشی می‌شوند (فری‌تگ، ۲۰۰۷).

اثرات مثبت استفاده از پروبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی، نمک‌های آن‌ها یا ترکیبات متعلق به آن‌ها در جیره آبزیان به جهت بهبود ایمنی و عملکرد رشد ماهیان در مطالعات مختلف از جمله چار قطبی (*Salvelinus alpinus*) (رینگو، ۱۹۹۱)، سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*) (لوکاست، ۲۰۰۸؛ رینگوو همکاران، ۱۹۹٤)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (پندی و ساتو، ۲۰۰۸)، فیل‌ماهی (*Huso huso*)، هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* ♀ × *O. aureus* ♂) (نگ و کو، ۲۰۰۹؛ زو و همکاران، ۲۰۱۳)، گربه‌ماهی (*Clarias gariepinus*) (اوون و همکاران، ۲۰۰٦)، ماهی سیم (*Pagrus major*) (حسین و همکاران، ۲۰۰۷)، و روهو (*Labeo rohita*) (بارو و همکاران ۲۰۰۷ ب)، میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) (رومانو و همکاران، ۲۰۱٦) (*Oncorhynchus mykiss*)، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) (حسینی‌فر و رومانو، ۲۰۱٦)، پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی در ماهی تیلاپیا (استندن و همکاران، ۲۰۱۳)، ترکیب پروبیوتیک‌های *Bacillus subtilus* و *Bacillus pumilus* در تیلاپیا (*Oreochromis niluticus*) (آدئوی و همکاران، ۲۰۱٦)، پروبیوتیک *Pediococcus acidlactici* در تیلاپیا (*Oreochromis niluticus*) (آدئوی و همکاران، ۲۰۱٦)، صفری و همکاران (۲۰۱٦) و حسینی‌فر و همکاران (۲۰۱٦) در ماهی گورخری، صفری و همکاران (۲۰۱۷) در ماهی کپور معمولی گزارش شده است. یکی از عوامل فیزیولوژیک مؤثر در موفقیت رهاسازی ماهیان توانایی تنظیم اسمزی توسط بچه‌ماهیان در زمان رهاسازی و نیز هنگام انتقال از محل رهاسازی به دریاست. تنظیم اسمزی شامل تبادلات پمپ یونی در آبشش‌ها و سایر اندام‌های تنظیم اسمزی مانند روده و کلیه است که تابع عواملی مانند درجه حرارت می‌باشد (مارشال و سینگر، ۲۰۰۲). به‌طور متداول در مطالعات تغذیه‌ای، تنش شوری برای تعیین کیفیت بچه‌ماهیان استفاده می‌شود (سالز و همکاران، ۲۰۰۸؛ تائوکا و همکاران، ۲۰۰٦).

درصد ایمنی نشان‌دهنده ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زا و استرس محیطی می‌باشد (سالز و همکاران، ۲۰۰۸). از آن‌جا که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه استفاده تلفیقی از پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی و اسیدفرمیک بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در ماهی کپور صورت نگرفته مطالعه حاضر با هدف بررسی پارامترهای مذکور پایه‌ریزی گردید.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۲۸ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با وزن متوسط ۰/۵±۵/۵ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش خصوصی استان گلستان تهیه و به سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی منتقل شد. ماهیان در بدو ورود با حمام نمک ۳ درصد ضدعفونی و به‌مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایش نگهداری شدند، سپس بچه‌ماهیان به‌صورت تصادفی در ۱۸ تانک فایبرگلاس ٤۰۰ لیتری با حجم آبگیری ۱۰۰ لیتر توزیع گردیدند. آزمایش در ٤ تیمار شامل پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی (۰/۱ درصد)، اسید فرمیک (۰/۳ درصد)، ترکیب پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی (۰/۱ درصد) با اسید فرمیک (۰/۳ درصد) و گروه شاهد تهیه می‌شود (تریدشتی و همکاران، ۲۰۱۷). برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شده است. غذادهی در دو مرحله و ۳ درصد وزن بدن محاسبه و طول دوره پرورش میانگین دمای آب ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد، دامنه pH ۸-۷ و میانگین اکسیژن ۹ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد.

آماده‌سازی خوراک: پروپیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی از شرکت LALLEMAND و اسید فرمیک از شرکت مرک تهیه شد. میزان پروبیوتیک و اسیدفرمیک مشخص شده هر تیمار اندازه‌گیری شد. مواد افزودنی به هر تیمار با اضافه کردن آن ماده به خوراک فرادانه (جدول ۱) و افزودن ژلاتین مایع تهیه می‌شود. پلت‌ها در دمای اتاق خشک می‌شود.

جدول ۱- ترکیب و درصد اجزاء جیره تجاری (مخصوص کپورماهیان شرکت فرادانه) مورد استفاده در تغذیه ماهیان.

اجزای جیره	پروتئین خام	چربی	فیبر	خاکستر	رطوبت	فسفر
درصد اجزاء جیره (درصد)	۳۲	۸	٦	۱۰	۱۰	۱

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: در ابتدا و انتهای دوره، وزن تمامی بچه‌ماهیان به‌ترتیب با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. میزان افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا با استفاده از رابطه‌های زیر به‌عنوان شاخص‌های عملکرد رشد محاسبه گردید) (قوش و همکاران، ۲۰۰۷).

(وزن اولیه (گرم)- وزن نهایی (گرم)) = افزایش وزن (گرم)

۱۰۰×[طول دوره آزمایش ÷ (لگاریتم طبیعی وزن اولیّه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)] = نرخ رشد ویژه

[میزان افزایش وزن (گرم) ÷ میزان غذای مصرف شده (گرم)] = ضریب تبدیل غذا

مقاومت شوری: در پایان دوره آزمایش ماهیان به‌مدت یک هفته در معرض شوری ۱۵ گرم در هزار قرار گرفتند و درصد بقا در یک هفته تعیین گردید.

تجزیه تحلیل داده‌ها: داده‌های مربوط به رشد، مقاومت به شوری جهت بررسی نرمالیتی از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف استفاده شد. سپس توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد تست شدند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار نمایش داده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

اثرات اسید فرمیک و پربیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی: نتایج شاخص وزن در ابتدای دوره اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). در شاخص میانگین وزن ثانویه و افزایش وزن اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). در شاخص‌های مذکور بیش‌ترین میزان در تیمار تلفیق پروبیوتیک و اسید فرمیک مشاهده شد. نرخ رشد ویژه در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار تلفیقی و تیمار اسید فرمیک مجزا مشاهده شد. میزان بازماندگی در انتهای دوره در هر دو گروه شاهد و تیمار ۱۰۰ درصد بود و درصد بازماندگی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه برخی شاخص‌های رشد کپور تغذیه‌شده طی ۸ هفته با جیره حاوی اسید فرمیک، پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی و تلفیق اسید فرمیک و پروبیوتیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار).

	جیره حاوی اسید فرمیک، پروبیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی و تلفیق اسید فرمیک و پروبیوتیک			
	شاهد	پربیوتیک	اسید فرمیک	تلفیق
میانگین وزن اولیه (گرم)	۵/۳۶±۰/۴۱^{a}	۵/۵±۰/۵^{a}	۵/۴±۰/۴^{a}	۶/۰± ۰/۵^{a}
میانگین وزن ثانویه (گرم)	۲۰/۰۶±۱/۴^{c}	۲۱/۵±۱/۲۵^{bc}	۲۲/۸±۰/۲۶^{ab}	۲۴/۰۳±۱/۰^{a}
افزایش وزن (گرم)	۱۴/۷±۱/۷^{b}	۱۶/۰۶±۱/۲۸^{ab}	۱۷/۴۳± ۰/۴۷^{a}	۱۸/۰۳± ۰/۵^{a}
نرخ رشد ویژه	۲/۳۵± ۰/۲۴^{a}	۲/۴۴±۰/۱۷^{a}	۲/۵۸± ۰/۱۳^{a}	۲/۴۸± ۰/۰۷^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۰۵±۰/۲۳^{a}	۱/۸۷±۰/۱۴^{ab}	۱/۷۲± ۰/۰۵^{b}	۱/۶۶±۰/۰۴^{b}
درصد بقا	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد

مقاومت به شوری: میزان بازماندگی در شوری ۱۵ گرم در هزار در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای غذایی مختلف طی ۷ روز در جدول ۳ آمده است. درصد بازماندگی در تیمار تلفیقی در همه روزهای استرس شوری ۱۰۰ درصد، تیمار پروبیوتیک بیش‌تر از تیمار اسید فرمیک بود.

جدول ۳- میزان بازماندگی (درصد) در شوری ۱۵ گرم در هزار در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای غذایی مختلف طی ۷ روز. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد (میانگین ± انحراف معیار).

تیمار غذایی / روز	شاهد	پروبیوتیک	اسید فرمیک	تلفیقی
۱	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
۲	۹۶/۹۶±۵/۲۵^{a}	۱۰۰^{a}	۹۲/۸۵±۷/۲۴^{a}	۱۰۰^{a}
۳	۸۸/۱۲±۱۳/۹۷^{a}	۹۷/۴۳±۴/۴۴^{a}	۹۲/۸۵±۷/۲۴^{a}	۱۰۰^{a}
۴	۸۵/۳۵±۱۳/۷۵^{b}	۹۴/۸۶±۴/۴^{ab}	۸۵/۷۱±۰/۲۵^{b}	۱۰۰^{a}
۵	۸۳/۵۷±۱۵/۱۳^{b}	۸۹/۷۳±۴/۴^{ab}	۸۳/۳۳±۴/۱^{b}	۱۰۰^{a}
۶	۷۹/۷۹±۷/۷۵^{b}	۸۹/۹۶±۴/۴^{ab}	۷۸/۵۶±۷/۱^{b}	۱۰۰^{a}
۷	۷۶/۷۶±۲۰/۱^{ab}	۸۷/۱۷±۴/۴^{ab}	۷۳/۸±۱۴/۸^{b}	۱۰۰^{a}

بحث

امروزه به جهت اهمیت نقش آبزی‌پروری در تامین منابع پروتئینی دریایی و از طرفی کمبود منابع آبی مورد نیاز، مدیریت پرورش از اهمیت بالایی برخوردار است (ماتینز و همکاران، ۲۰۱۶). افزایش تراکم، کاهش کیفیت آب و خطر ابتلا به بیماری‌های عفونی، کاهش اشتها، کاهش بازده غذا، اختلال در رشد را همراه دارد. تغذیه یک امر مهم در آبزی‌پروری می‌باشد که پرورش‌دهندگان باید توجه خاصی به آن نمایند زیرا بخش زیادی از هزینه‌های پرورش را به خود اختصاص می‌دهد. در پرورش آبزیان هزینه غذا به‌طور معمول ۳۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه لازم برای سیستم‌های پرورش ماهی و سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهد ازاین‌رو می‌توان برای افزایش کارایی جیره غذایی جهت بهبود رشد و سلامت از مکمل‌ها و افزودنی‌های غذایی استفاده کرد. تاکنون مطالعات زیادی در ارتباط با استفاده از مکمل‌های غذایی (پربیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها) در توانایی رشد و ایمنی آبزیان صورت گرفته است (صفری و همکاران، ۲۰۱۶). در این رابطه مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر اسید فرمیک و پروبیوتیک و تلفیق اسید فرمیک و پروبیوتیک بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در ماهی کپور معمولی انجام گرفت. شاخص میانگین وزن ثانویه و افزایش وزن اختلاف معنی‌داری در تیمار تلفیقی و هم‌چنین مجزای اسید فرمیک با گروه پروبیوتیک مشاهده شد. نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد ($P>0/05$). کم‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تلفیقی پروبیوتیک و اسید فرمیک مشاهده شد. بهبود نرخ رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت و کاهش ضریب تبدیل غذایی و هضم‌پذیری پروتئین خام، بهبود فعالیت آنزیم‌های معده، افزایش هضم فسفربا افزایش فعالیت پپسین مطالعات سارکر و همکاران (۲۰۰۵) در ماهیان سیم دریایی (*Pagrus major*) تغذیه‌شده با اسید سیتریک؛ سوداگر و همکاران (۲۰۱۰) در فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*) تغذیه شده با اسید سیتریک؛ ابوالالا و راگا (۲۰۱۵) در تیلاپیای نیل تغذیه شده با پتاسیم دی فرمات؛ حسینی‌فر و همکاران (۲۰۱۶) در ماهی گورخری تغذیه شده با نمک پروپیونات سدیم؛ صفری و همکاران (۲۰۱۷) در ماهی کپور تغذیه شده با نمک سدیم پروپیونات؛ در میگوی وانامی تغذیه شده با

سوکسینیک اسید؛ دای و همکاران (۲۰۱۸) در کفشک ماهی تغذیه شده با سیتریک؛ در ماهی کپور تغذیه شده با پتاسیم سوربات مشاهده شد. بر طبق نتایج این پژوهشگران، اسیدهای آلی با ورود به داخل سلول و کاهش pH درون‌سلولی موجب اختلال در سیستم سنتز پروتئینی، مواد ژنتیکی و آنزیم‌های متابولیکی در باکتری‌های بیماری‌زا می‌شوند. علاوه بر این باکتری‌ها برای حفظ اسیدیته داخل‌سلولی برای خروج پروتون‌ها انرژی بیش‌تری (ATP) صرف می‌کنند و در نهایت موجب مرگ باکتری شده و ارتقاء سلامت و رشد آبزیان را به‌همراه دارند (داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین اسیدهای آلی با زنجیره کوتاه از طریق اپیتلیال روده با انتشار غیرفعال جذب می‌شوند و می‌توانند در مسیرهای متابولیکی مختلفی مانند چرخه اسید سیتریک (کربس) جهت تولید انرژی شرکت کنند (لوکوستات، ۲۰۰۸). این مواد می‌توانند از طریق کاهش pH و اتصال با مواد معدنی در روده منجر به افزایش جذب مواد معدنی شوند و هم‌چنین سبب افزایش سرعت تبدیل پپسینوژن به پپسین می‌شوند. علاوه بر این افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، ارتقاء فلور میکروبی روده، کاهش رشد باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش، افزایش مصرف غذا، کاهش تولید آمونیاک و سایر متابولیت‌های میکروبی و افزایش قابلیت هضم غذا از دیگر مزایای عملکردی این مواد هستند (داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۳؛ نگ و کو، ۲۰۱۶). علاوه بر این اسیدهای آلی با کاهش pH غذا از رشد فلور میکروبی در غذا جلوگیری کرده و موجب کاهش جذب ارگانیسم‌های پاتوژن احتمالی و متابولیت‌های سمی آن‌ها از طریق غذا در جانوران پرورشی می‌شوند (فری‌تگ، ۲۰۰۷). اطلاعات موجود در مورد اثرات مفید جیره‌های حاوی اسیدهای آلی و نمک‌های آن بر کارایی رشد در ماهیان متفاوت بوده و به‌نظر می‌رسد به عواملی هم‌چون گونه ماهیان، اندازه و سن ماهیان، نوع و سطوح اسیدهای آلی و نمک‌هایشان، ترکیبات جیره‌های آزمایشی، ظرفیت بافری مواد تشکیل‌دهنده جیره، مدیریت پرورش، تغذیه و کیفیت آب بستگی دارد (لیم و همکاران، ۲۰۰۰). بر طبق نتایج این پژوهشگران، اسیدهای آلی با ورود به داخل سلول و کاهش pH درون‌سلولی موجب اختلال در سیستم سنتز پروتئینی، مواد ژنتیکی و آنزیم‌های متابولیکی در باکتری‌های بیماری‌زا می‌شوند. علاوه بر این باکتری‌ها برای حفظ اسیدیته داخل‌سلولی برای خروج پروتون‌ها انرژی بیش‌تری (ATP) صرف می‌کنند و در نهایت موجب مرگ باکتری شده و ارتقاء سلامت و رشد آبزیان را به‌همراه دارند (داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین اسیدهای آلی با زنجیره کوتاه از طریق اپیتلیال روده با انتشار غیرفعال جذب می‌شوند و می‌توانند در مسیرهای متابولیکی مختلفی مانند چرخه اسید سیتریک (کربس) جهت تولید انرژی شرکت کنند (لوکوستات، ۲۰۰۸). این مواد می‌توانند از طریق کاهش pH و اتصال با مواد معدنی در روده منجر به افزایش جذب مواد معدنی شوند و هم‌چنین سبب افزایش سرعت تبدیل پپسینوژن به پپسین می‌شوند. علاوه بر این افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، ارتقاء فلور میکروبی روده، کاهش رشد باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش، افزایش مصرف غذا، کاهش تولید آمونیاک و سایر متابولیت‌های میکروبی و افزایش قابلیت هضم غذا از دیگر مزایای عملکردی این مواد هستند (داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۳؛ نگ و کو، ۲۰۱۶). هم‌چنین اسیدهای آلی با کاهش pH غذا از رشد فلور میکروبی در غذا جلوگیری کرده و موجب کاهش جذب ارگانیسم‌های پاتوژن احتمالی و متابولیت‌های سمی آن‌ها از طریق غذا در جانوران پرورشی می‌شوند (فری‌تگ، ۲۰۰۷). اطلاعات موجود در مورد اثرات مفید جیره‌های حاوی اسیدهای آلی و

نمک‌های آن بر کارایی رشد در ماهیان متفاوت بوده و به‌نظر می‌رسد به عواملی هم‌چون گونه ماهیان، اندازه و سن ماهیان، نوع و سطوح اسیدهای آلی و نمک‌هایشان، ترکیبات جیره‌های آزمایشی، ظرفیت بافری مواد تشکیل‌دهنده جیره، مدیریت پرورش، تغذیه و کیفیت آب بستگی دارد (لیم و همکاران، ۲۰۰۰). کارنوالی و همکاران (۲۰۰۵) در گونه باس دریایی با استفاده از باکتری لاکتوباسیلوس، قوش و همکاران (۲۰۰۸) در ماهیان زنده زا با استفاده از باکتری (*Bacillus subtilis*)، استندن و همکاران (۲۰۱۳) با به‌کارگیری پدیوکوکوس اسید لاکتیکی، با به‌کارگیری (*Enterococcus faecali* و *Lactobacillus fermentum*)، مانیر و همکاران (۲۰۱٦) با استفاده از (*Lactobacillus acidophylus*) بهبود عملکرد و افرایش شاخص‌های رشد و بقا و بیان ژن‌های رشد ماهیان را مشاهده نمودند. استقرار باکتری پروبیوتیک در روده می‌تواند با تولید ترکیبات بازدارنده رشد برای عوامل بیماریزا و نیز رقابت برای استفاده از ترکیبات غذایی، فضا، سبب کاهش یا نابودی باکتری‌های بیماریزا شوند. هم‌چنین باسیلوس‌های گرم مثبت توانایی ترشح آنزیم‌هایی مانند آمیلاز و پروتئاز را دارند که این خود سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین‌های موجود در جیره می‌شود. به‌علاوه آنزیم‌های ترشح‌شده از پروبیوتیک‌ها در مقایسه با آنزیم‌های خود ماهی، در دامنه وسیع‌تری از pH توانایی فعالیت دارند که در نهایت سبب افزایش رشد ماهیان می‌شود. اختلاف معنی‌داری را در شاخص‌های رشد در ماهی کپور تغذیه شده با پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی مشاهده نکردند. در مطالعه حاضر بهبود میزان بازماندگی نسبت شوری در استفاده از اسید فرمیک، پروبیوتیک و تلفیق آن‌ها در جیره غذایی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. اثرات مثبت استفاده از جیره های غذایی حاوی مکمل جهت بهبود کیفیت ماهیان در مواجهه با تنش شوری و رهاسازی در آب شور در مطالعات در استفاده از زرچوبه در بالابردن مقاومت به شوری در ماهی کپور و در استفاده از پودرسیاه دانه در مقاومت به شوری در ماهی کلمه گزارش شده است. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اثرات مفید پدیوکوکوس اسید لاکتیکی و اسید فرمیک به‌ویژه به‌صورت تلفیقی بر شاخص‌های رشد و مقاومت به شوری در ماهی کپور می‌باشد و پیشنهاد می‌گردد از مکمل اسید فرمیک، پربیوتیک پدیوکوکوس اسید لاکتیکی و تلفیق آن‌ها در کارگاه‌های تکثیر و پرورش کارخانه‌های خوراک آبزی جهت بهبود وضعیت رشد ماهیان و بازماندگی ماهیان در هنگام رهاسازی استفاده شود.

منابع

1. Abu Elala, N.M., and Ragaa, N.M. 2015. Eubiotic effect of a dietary acidifier (potassium diformate) on the health status of cultured (*Oreochromis niloticus*) J. Adv. Res. 6: 621-629.
2. Adeoye, A.A., Yomla, R., Jaramillo-Torres, A., Rodiles, A., Merrifield, D.L., and Davies, S.J. 2016. Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth, intestinal morphology and microbiome. Aquaculture. 463: 61-70.
3. Baruah, K., Sahu, N.P., Pal, A.K., Debnath, D., Yengkokpam, S., and Mukherjee, S.C. 2007b. Interactions of dietary microbial phytase, citric acid and crude protein level on mineral utilization by rohu (*Labeo rohita*), juveniles. World Aquaculture Society. 38: 238-249.
4. Carnevali, O., Cardinali, M., Maradonna, F., Parisi, M., Olivotto, I., Polzonetti-Magni, A.M., and Funkenstein, B. 2005. Hormonal regulation of hepatic IGF-I and IGF-II gene expression in the marine teleost *Sparus aurata*. Molecular reproduction and development. 71: 1. 12-18.

5.Dai, J., Li, Y., Yang, P., Liu, Y., and Chen, Z. 2018. Citric acid as a functional supplement in diets for juvenile turbot, (*Scophthalmus maximus*): Effects on phosphorus discharge, growth performance, and intestinal health. Aquacalture. 1: 1-10.
6.Freitag, M. 2007. Organic acids and salts promote performance and health in animal husbandry. In: Luckstadt, C., editor. Acidifiers in Animal Nutrition – A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance. 1st ed, Nottingham University Press, Nottingham, UK. Pp: 1-11.
7.Ghosh, S., Sinha, A., and Sahu, C. 2007. Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. Aquaculture Research. 38: 5. 518-526.
8.Hossain, M.A., Pandey, A., and Satoh, S. 2007. Effects of organic acids on growth and phosphorus utilization in red sea bream Pagrus major. Fisheries science. 73: 1309-1317.
9.Hoseinifar, S.H., and Romano, N. 2017. Comparing the effects of different dietary organic acids on the growth, intestinal short-chain fatty acids, and liver histopathology of red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.) and potential use of these as preservatives. Fish Physiology and Biochemistry. 11: 1-13.
10.Hu, J., Ran, C., He, S., Cao, Y., Yao, B., Ye, Y., and Zhou, Z. 2016. Dietary microbial phytase exerts mixed effects on the gut health of tilapia: a possible reason for the null effect on growth promotion. British J. Nutr. 115: 11. 1958-1966.
11.Khajepour, F., and Hosseini, S.A. 2012. Citric acid improves growth performance and phosphorus digestibility in Beluga (*Huso huso*) fed diets where soybean meal partly replaced fish meal. Animal Feed Science and Technology. 171: 68-73.
12.Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., and Robinson, E.H. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to Edwardsiella ictaluri challenge. Aquaculture. 185: 313-327.
13.Luckstadt, C. 2008. The use of acidifiers in fish nutrition. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science. Nutrition and Natural Resources. 3: 44. 1-8.
14.Munir, M.B., Hashim, R., Manaf, M.S.A., and Nor, S.A.M. 2016. Dietary prebiotics and probiotics influence the growth performance, feed utilisation, and body indices of snakehead (*Channa striata*) fingerlings. Tropical life sciences research. 27: 2. 111.
15.Marshall, W.S., and Singer, T.D. 2002. Cystic fibrosis transmembrane conductance regulator in teleost fish. Biochimica et Biophysica Acta. 1566: 16-27.
16.Nayak, S.K. 2010. Probiotics and immunity: a fish perspective. Fish and shellfish immunology. 29: 1. 2-14.
17.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.
18.Owen, M.A.G., Waines, P., Bradley, G., and Davies, S. 2006. The effect of dietary supplementation of sodium butyrate on the growth and microflora of (*Clarias gariepinus*) (Burchell 1822). Abstract from the 12th International Symposium Fish Nutrition and Feeding. May 28-June 1, 2006, Biarritz, France.
19.Pandey, A., and Satoh, S. 2008. Effects of organic-acids on growth and phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fisheries science. 74: 867-874.
20.Ringo, E. 1991. Effects of dietary lactate and propionate on growth and digesta in Arctic charr, (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture. 96: 321-333.
21.Romano, N., Koh, C.B., and Ng, W.K. 2015. Dietary microencapsulated organic acids blend enhances growth, phosphorus utilization, immune response, hepatopancreatic integrity and

resistance against *Vibrio harveyi* in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 435: 228-236.
22. Salze, G., Mclean, E., Schwarz, M.H., and Craig, S.R. 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. Aquaculture, 274: 148-150.
23. Safari, R., Hoseinifar, S.H., and Kavandi, M. 2016. Modulation of antioxidant defense and immune response in zebra fish (*Danio rerio*) using dietary sodium propionate. Fish Physiology and Biochemistry. 10: 10-20.
24. Safari, R., Hoseinifar, S.H.., Nejadmoghadam, S.H., and Khalil, M. 2017. Non-specific immune parameters, immune, antioxidantand growth-related genes expression of common carp (*Cyprinus carpio*) fed sodium propionate. Aquaculture Research. 5: 1-9.
25. Sarker, M.S.A., Satoh, S., and Kiron, V. 2007. Inclusion of citric acid and/or acid-chelated trace elements in alternate plant protein source diets aspects growth and excretion ofnitrogen and phosphorus in red sea bream (*Pagrus major*). Aquaculture. 262: 436-443.
26. Sodagar, M., Hosseinpoor, Z., and Hosseini. A. 2010. The use of citric acid as attractant in diet of grand sturgeon (*Hoso hoso*) fry and its effects on growing factors and survival rate. Aquacalture, Aquarium, Cons. Legis. Inter. J. Bioflux Soc. 3: 4. 311-316.
27. Standen, B.T., Rawling, M.D., Davies, S.J., Castex, M., Foey, A., Gioacchini, G., and Merrifield, D.L. 2013. Probiotic Pediococcus acidilactici modulates both localised intestinal-and peripheral-immunity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Fish & shellfish immunology, 35: 4. 1097-1104.
28. Taoka, Y., Maeda, H., Jo, J.Y., Jeon, M.J., Bai, S.C., Lee, W.J., Yuge, K., and Koshio, S. 2006. Growth, stress tolerance and non-specific immune response of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) to probiotics in a closed recirculating system. Fisheries Science. 72: 310-321.
29. Taridashti, F., Delafkar, K., Zare, A., and Azari-Takami, G. 2017. Effects of probiotic Pediococcus acidilactici on growth performance, survival rate, and stress resistance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). J. Appl. Aquacul. 29: 3-4. 220-232.
30. Zhou, Y., Yuan, X., Liang, X.F., Fang, L., Li, J., Guo, X., and He, S. 2013. Enhancement of growth and intestinal flora in grass carp: the effect of exogenous cellulase. Aquaculture. 416: 1-7.