نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

اثر افزودن اسیدلاکتیک به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور باکتریایی روده

سید مرتضی حسینی[1*]، اسمعیل پقه[1]، عباسعلی آقایی مقدم[1]، فاطمه حسین‌پور دلاور[2]، محمود حافظیه[3]، منصور شریفیان[3]
[1] مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
[2] گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[3] مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

https://doi.org/10.22034/jair.10.2.31

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۱۱/۲۲
پذیرش: ۰۱/۰۱/۲۸

نویسنده مسئول مکاتبه:
سید مرتضی حسینی، مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

ایمیل: seyyedmorteza.hoseini@gmail.com

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر افزودن اسید لاکتیک به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور میکروبی دستگاه گوارش ماهی بود. به این منظور ۴ جیره غذایی حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم اسید لاکتیک در کیلوگرم جیره ساخته شد. ۱۸۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی حدود ۱۰۰ گرم در ۱۲ مخزن پلاستیکی ۱۵۰ لیتری ذخیره سازی شده و به‌مدت ۸ هفته با هر یک از جیره‌های فوق تغذیه شدند (سه مخزن برای هر جیره) . نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد و بقا بین تیمارهای مختلف وجود نداشت (p> ۰/۰۵). بیشترین میزان فعالیت آنزیم پپسین معده در سطح ۱۰ و ۲۰ گرم اسید لاکتیک در جیره مشاهده شد (p < ۰/۰۵). بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در سطح ۱۰ گرم اسید لاکتیک در جیره مشاهده شد (p < ۰/۰۵). فعالیت لیپاز در تیمار شاهد و ۱۰ گرم اسید لاکتیک در جیره مشابه و به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای ۵ و ۲۰ گرم اسید لاکتیک در جیره بود (p < ۰/۰۵). فعالیت پروتئاز روده در تیمار ۵ و ۱۰ گرم اسید لاکتیک در جیره نسبت به تمیار شاهد بالاتر بود و بالاترین فعالیت مربوط به ۱۰ گرم اسید لاکتیک بود (p < ۰/۰۵). تیمار ۲۰ گرم اسید لاکتیک در جیره، فعالیت پروتئاز پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد داشت (p < ۰/۰۵). بیشترین تعداد کل باکتری‌های روده‌ای در سطح ۵ و ۱۰ گرم اسید لاکتیک در جیره مشاهده شد (p < ۰/۰۵). تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک روده در تیمارهای اسید لاکتیک به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد بیشتر بود (p < ۰/۰۵). بالاترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در تیمار ۱۰ گرم اسید لاکتیک در جیره مشاهده شد (p < ۰/۰۵). بر اساس نتایج، افزودن اسید لاکتیک به جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان اثری بر رشد ندارد، اگرچه منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌شود. با این‌حال، افزودن ۱۰ گرم در کیلوگرم اسید لاکتیک در جیره منجربه افزایش باکتریهای اسید لاکیتیک روده ماهی می‌شود که می‌تواند باعث افزایش ایمنی ماهی شود.

واژه‌های کلیدی:
تغذیه، جیره غذایی، اسید آلی، پرورش، دستگاه گوارش

۱ | مقدمه

صنعت آبزی‌پروری رشد سریعی داشته و راه حلی مناسب جهت افزایش تولید پروتئین، استفاده بهینه از منابع و کاهش فشار صید بر منابع طبیعی می‌باشد. قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی‌از مهم‌ترین گونه‌های آبزی-پروری دنیا بوده که دلیل آن سرعت رشد بالا، مقاومت در برابر شرایط نامناسب محیطی و قابلیت تغذیه از منابع غذایی گوناگون می‌باشد. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور یکی از مهم‌ترین صنایعی است که نقش مهمی در درآمدزایی و اشتغال دارد، زیرا درحال حاضر سالانه بیش از ۱۷۰ هزار تن ماهی قزل آلا در کشور تولید می‌شود (Iranian Fisheries Organization, 2020). به‌همین دلیل، تحقیق روی پرورش این گونه ارزش زیادی دارد. همچنین، راهکارهای افزایش رشد این گونه می‌تواند منجر به افزایش تولید گوشت و درآمد پرورش‌دهندگان شود.

اسیدیفایرها با تأثیر بر اسیدیته خوراک در شرایط نگهداری نامناسب خوراک نظیر رطوبت و دمای بالا از رشد عوامل میکروبی و قارچی جلوگیری به‌عمل می‌آورند و در نهایت ریسک تولید سموم ناشی از رشد عوامل باکتریایی و قارچی کاهش می یابد که به‌دنبال این موضوع کیفیت و بهره‌وری خوراک در سطح مطلوب حفظ خواهد شد (Lim *et al.*, 2015). برخی تحقیقات نشان داده‌اند که اسیدهای آلی منجر به افزایش ترشح آنزیم‌های پانکراتیک در روده می‌شوند که دلیل

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]
[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

آن می‌تواند افزایش تولید سکرتین در نتیجه کاهش pH روده باشد (Castillo *et al.*, 2014). در نتیجه فعالیت لیپاز و آمیلاز در روده افزایش یافته و هضم چربی و نشاسته افزایش می‌یابد. لذا، افزودن اسیدهای آلی به جیره ماهی باعث افزایش راندمان غذایی و رشد ماهی می‌شود. همچنین، مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که افزودن اسیدهای آلی به جیره منجر به تغییر فلور میکروبی روده می‌شود. یکی از این تغییرات افزایش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک (لاکتوباسیلوس‌ها) است که اثرات مثبتی بر رشد و سلامت ماهی دارند (Sotoudeh *et al.*, 2020b; Safari *et al.*, 2021). بهبود فلور باکتریایی روده باعث افزایش هضم و جذب مواد غذایی و ریز مغذی‌ها شده و رشد ماهی را افزایش می‌دهد. لذا، اسیدهای آلی به‌عنوان یکی از افزودنی‌های مناسب جهت افزایش رشد ماهی مطرح هستند.

اسیدهای آلی مختلفی در ماهی‌ها مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که می‌توان به اسید لاکتیک (Ringø, 1991; Matani Bour *et al.*, 2018; Safari *et al.*, 2021)، اسید بوتیریک (Taheri Mirghaed *et al.*, 2019)، اسید فرمیک (Vielma and Lall, 1997)، اسید سیتریک (Zhang *et al.*, 2020)، اسید استیک (Sotoudeh *et al.*, 2020b) و اسید پروپیونیک (Hoseinifar *et al.*, 2016) اشاره نمود. اسید لاکتیک محصول تخمیر بی هوازی کربوهیدارت‌ها است که توسط باکتری‌های اسید لاکتیک در روده تولید می‌شود. تولید اسید لاکتیک در روده ضمن کاهش pH روده و بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی، باعث رشد باکتری‌های تولید کننده بوتیرات نیز می‌شود که این باکتری‌ها به‌نوبه خود اثرات مثبتی بر سلامت ساختار روده و تأمین انرژی موردنیاز سلول‌های آنتروسیت دارند (Detman *et al.*, 2019). مطالعاتی در خصوص اثر اسید لاکتیک در آبزیان انجام شده است که نتایج آن نشان داده است که افزودن ۱۰ گرم در کیلوگرم نمک اسید لاکتیک به جیره غذایی ماهی شار قطبی (*Salvelinus alpinus*) باعث افزایش رشد ماهی می‌شود (Ringø, 1991). همچنین، افزودن ۱۰-۲۰ گرم در کیلوگرم اسید لاکتیک به جیره غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) باعث افزایش رشد شده است (Matani Bour *et al.*, 2018). همچنین، نمک اسید لاکتیک در سطح ۲۰ گرم در کیلوگرم جیره منجر به افزایش رشد، بقاء و فعالیت آنزیم‌های گوارشی روده خرچنگ آستاکوس (*Astacus leptodactylus*) شده است (Safari *et al.*, 2021). با این‌حال تاکنون اثر اسید لاکتیک در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی بررسی نشده است. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر افزودن اسید لاکتیک به جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر رشد، بقاء، و فعالیت آنزیم‌های گوارشی روده و معده بود.

۲ | مواد و روش‌ها

این تحقیق در زمستان ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات شیلاتی قره‌سو واقع در ناحیه جنوب‌شرق خلیج گرگان و فاصله ۵ کیلومتری شهرستان بندر ترکمن (استان گلستان) انجام شد. جیره غذایی با استفاده از مواد غذایی در ایستگاه مرکز تحقیقات قره سو تولید شد به‌طوری‌که محتوی ۴۰/۶-۴۰/۳ درصد پروتئین و ۱۶/۱-۱۵/۷ درصد چربی بود. اقلام مورد نیاز جیره از منابع محلی تأمین شدند. در تولید جیره از پودر ماهی، پودر گوشت، آرد گندم، آرد کنجاله سویا، مکمل معدنی، مکمل ویتامینی، فیتاز، روغن ماهی و روغن سویا استفاده و فرمولاسیون جیره پس‌از آنالیز ترکیب شیمیایی اقلام جیره با استفاده از نرم افزار WUFFDA تنظیم شد. چهار جیره آزمایشی حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم اسید لاکتیک در کیلوگرم جیره (Ringø, 1991; Matani Bour *et al.*, 2018) در این تحقیق استفاده شد (جدول ۱). اسیدلاکتیک با خلوص ۸۵ درصد از شرکت مبتکران شیمی (تهران) خریداری شد. به‌منظور تولید جیره‌های غذایی، ابتدا اقلام جیره با الک یک میلی‌متری الک شدند تا مواد درشت و زائد از آنها خارج شود. سپس اقلام غذایی باهم مخلوط شده و با افزودن ۳۵۰ میلی‌لیتر آب در کیلو، به‌صورت خمیری درآمدند. اسید لاکتیک نیز در این مرحله با آب جایگزین و به مخلوط اضافه شد (یعنی مقدار صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌لیتر از مقدار آب ذکر شده در بالا کسر و به‌جای آن اسیدلاکتیک افزوده شد). خمیر حاصله توسط چرخ گوشت با دای ۴ میلی‌متر به‌صورت پلت درآمده و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد.

برای انجام تحقیق موردنظر ۲۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۲/۶۵ ± ۶۲/۴ گرم از یکی از مراکز موجود در استان گلستان خریداری شد. ابتدا ماهیان با آب نمک ۲ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه ضدعفونی و به‌مدت ۳۰ روز جهت سازگاری با شرایط پرورش نگهداری شدند. ماهی‌ها پس از اتمام دوره سازگاری به‌صورت تصادفی در ۴ تیمار غذایی حاوی سطوح مختلف اسیدلاکتیک تغذیه شدند (هر جیره به ماهیان سه مخزن ۱۵۰ لیتری عرضه گردید). تراکم ماهی در هر مخزن ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب و نرخ جریان آب ۰/۴-۰/۳ لیتر در دقیقه به‌ازای هر کیلو گرم بود. هم‌چنین دما، pH و اکسیژن محلول آب به‌ترتیب ۱۵-۱۱ درجه سانتی‌گراد، ۸/۵-۷/۵ و ۷/۵-۶ میلی‌گرم در لیتر بود. ماهی‌ها به‌مدت ۸ هفته و روزانه به میزان ۲ درصد (Hardy, 2002) وزن بدن با جیره‌های غذایی ذکر شده تغذیه شدند. برای تنظیم مقدار غذایی، هر دو هفته یکبار زیست‌سنجی ماهی‌ها صورت گرفت و مقدار غذای روزانه براساس آن اصلاح گردید.

به‌منظور بررسی فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور باکتریایی روده، نمونه معده و روده از همه تیمارها در انتهای دوره گرفته شد. ۲۴ ساعت قبل از انجام نمونه‌برداری، غذادهی ماهیان قطع گردید. از هر تیمار ۳ قطعه ماهی (از هرتانک ۱ قطعه) به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و پس از وارد کردن ضربه به سر ماهی (Coutinho *et al.*, 2021) نمونه‌برداری شد. معده و روده ماهیان (به‌طور جداگانه) بعد از خالی کردن محتویات و جدا کردن چربی‌های اضافی اطراف آن در سرم نمکی استریل شستشو داده و سپس خشک نموده و توسط هاون هموژن شدند. برای هموژن نمودن معده از بافر گلایسین (pH ۱/۵) و برای هموژن نمودن روده از بافر فسفات (pH ۷/۲) استفاده شد. نمونه‌های معده با نسبت یک به سه و نمونه‌های روده با نسبت یک به ده هموژن شدند. محلول هموژن شده به ۲۰ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار (در ۴ درجه سانتی‌گراد با دور g ۱۰۰۰۰) سانتریفوژ گردید، سپس محلول رویی حاصله در ویال اپندورف

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

جهت آنالیز آنزیم‌های موردنظر تقسیم شد و تا زمان سنجش در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردید.

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز با استفاده از کیت پارس آزمون و براساس پیشرفت واکنش آنزیمی بر روی سوبسترای EPS-G7 و تولید گلوکز و پی- نیترو فنیل اندازه‌گیری شد. فعالیت لیپاز با استفاده از کیت پارس آزمون و براساس تبدیل ۱، ۲- O- دیلوریل-راک-گلیسرو- ۳-گلوتاریک اسید- (۶ متیل- رزوروفین)- استر به اسید گلوتاریک و متیل رزوروفین انجام گردید. پروتئاز روده براساس تبدیل آزوکازئین به تیروزین انجام شد. فعالیت پپسین معده با استفاده از کیت Stabio Pharma و به روش تجزیه هموگلوبین اندازه‌گیری شد.

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده ÷ وزن اضافه شده

به‌منظور بررسی جمعیت و قابلیت تشکیل کلنی باکتری‌های اسید لاکتیک در روده ماهیان تغذیه شده با اسید لاکتیک در انتهای دوره از تیمارهای مختلف به‌طور تصادفی نمونه‌برداری صورت گرفت. برای این منظور ابتدا ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری تغذیه ماهیان قطع گردید. سپس از هر تیمار ۳ ماهی به‌طور تصادفی برداشته و پس از ضربه زدن به سر آن‌ها و کشتن ماهیان برای از بین بردن باکتری‌های سطح بدن ماهی از اتانول ۷۰ درصد استفاده شد. سپس ناحیه شکمی ماهی با استفاده از تیغ جراحی استریل شکافته و روده آن‌ها پس از جدا سازی برای هموژن سازی به هاون چینی استریل منتقل گردید. پس از تهیه نمونه هموژن با استفاده سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد رقت‌های مختلف در دامنه 10^{-7}- 10^{-1}تهیه گردید. از رقت‌های مورد نظر تحت شرایط استریل حجمی معادل ۰/۱ میلی‌لیتر برداشته و به پلیت حاوی محیط کشت نوترینت آگار برای کل باکتری‌ها و محیط کشت ام.آر.اس برای باکتری‌های اسید لاکتیک منتقل و با استفاده از پیپت پاستور استریل در سطح آن پخش گردید (Hoseinifar *et al.*, 2014). انکوباسیون پلیت‌ها به‌مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در دمای اتاق و در شرایط هوازی انجام شد.

مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده بین تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و دانکن صورت گرفت. داده-های مربوط به فعالیت پپسین معده به‌دلیل عدم‌تأیید پراکنش نرمال (آزمون شاپیرو-ویلک) و ناهمگن بودن واریانس (آزمون لون)، پیش از تحلیل واریانس به‌صورت لگاریتمی تغییر یافتند. داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بود.

در پایان دوره پرورش، شاخص‌های رشد به شرح ذیل اندازه‌گیری شدند:

افزایش وزن = [(وزن نهایی – وزن اولیه)÷وزن اولیه] × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) = [(لگاریتم وزن نهایی – لگاریتیم وزن اولیه) ÷ تعداد روزهای پرورش]× ۱۰۰

جدول ۱- مقدار اقلام جیره غذایی و ترکیب بیوشیمایی هر یک از جیره‌های استفاده شده

اقلام جیره غذایی	سطح اسید لاکتیک جیره (گرم در کیلوگرم)			
	۰	۵	۱۰	۲۰
پودر ماهی کیلکا[1]	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
پودر ضایعات کنسروسازی[2]	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰
آرد گندم	۱۸۹/۵	۱۸۹/۵	۱۸۹/۵	۱۸۹/۵
آرد سویا	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
پودر گوشت[3]	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰
روغن ماهی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
روغن سویا	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
مکمل معدنی[4]	۵	۵	۵	۵
مکمل ویتامینی[4]	۵	۵	۵	۵
فیتاز[5]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
اسید لاکتیک[6]	۰	۵	۱۰	۲۰
	ترکیب تقریبی جیره (درصد)			
رطوبت	۶/۵۳	۶/۹۲	۶/۴۴	۶/۵۶
پروتئین خام	۴۰/۵	۴۰/۳	۴۰/۶	۴۰/۴
چربی خام	۱۵/۹	۱۶/۰	۱۶/۱	۱۵/۷
خاکستر خام	۷/۵۵	۷/۶۹	۷/۵۱	۷/۷۷

۱ پودر ماهی کیلکا: ۶۲/۲ درصد پروتئین، ۷/۶ درصد چربی

۲ ضایعات کنسروسازی: ۵۶/۱ درصد پروتئین، ۱۵/۲ درصد چربی

۳ پودر گوشت: ۵۲/۶ درصد پروتئین، ۱۸/۳ درصد چربی

۴ مکمل معدنی و ویتامنی: شرکت آمینه گستر (تهران)

۵ فیتاز: شرکت Huvepharma (سوفیه، بلغارستان)؛ ۵۰۰۰ واحد

۶ اسید لاکتیک: گرید غذایی، خلوص ۸۵ درصد؛ تهیه شده از شرکت مبتکران شیمی (تهران)

۳ | نتایج

اثرات سطوح مختلف اسید لاکتیک بر شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهی قزل آلای رنگین کمان پس از ۲ ماه تغذیه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر وزن نهایی، وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و بقا بین

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

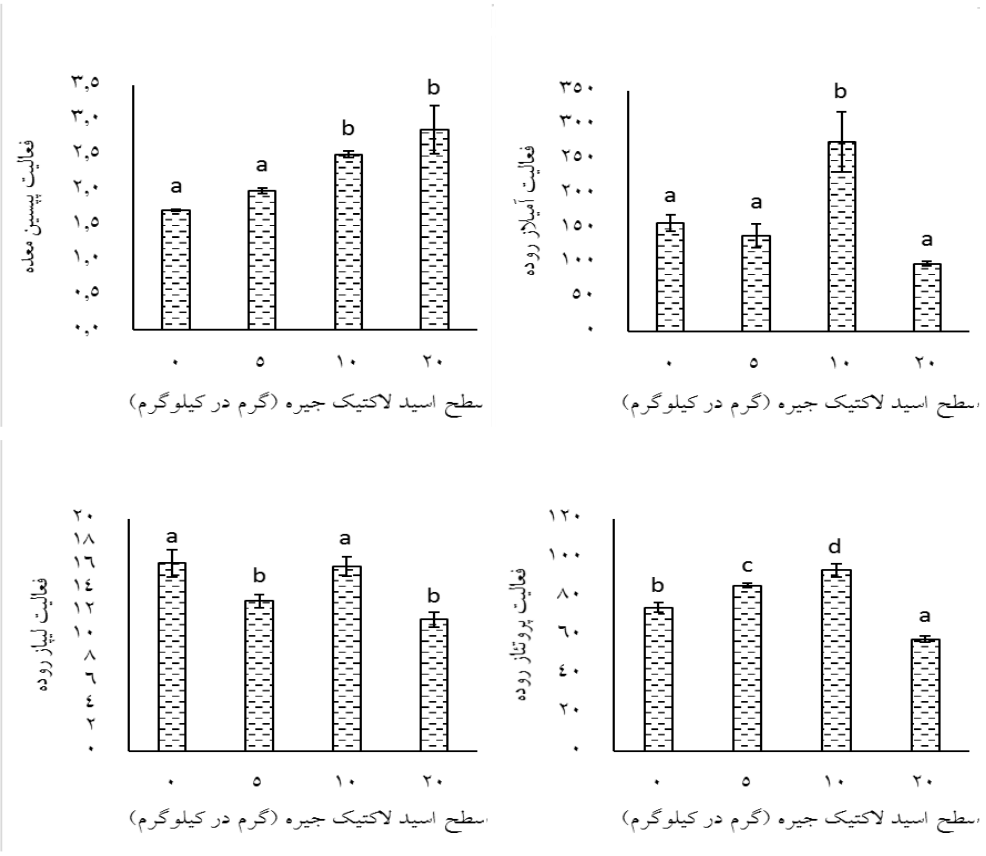
[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

تیمارهای مختلف مشاهده نشد (p> ۰/۰۵). نتایج بررسی فعالیت آنزیم‌های گوارشی شامل فعالیت آنزیم پپسین، پروتئاز، لیپاز و آلفا آمیلاز در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم پپسین معده در سطح ۱۰ و ۲۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره و کمترین میزان در تیمار شاهد و ۵ گرم اسیدلاکتیک در جیره مشاهده شد (p < ۰/۰۵). بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز سطح ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (p < ۰/۰۵). فعالیت لیپاز در تیمار شاهد و ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره مشابه و به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای ۵ و ۲۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره بود (p < ۰/۰۵). فعالیت پروتئاز روده در تیمار ۵ و ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره نسبت به تمیار شاهد بالاتر بود و بالاترین فعالیت مربوط به ۱۰ گرم اسیدلاکتیک بود (p < ۰/۰۵). تیمار ۲۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره، فعالیت پروتئاز پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد داشت (p < ۰/۰۵).

نتایج بررسی فلور باکتریایی روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۲ ماه تغذیه با سطوح مختلف اسید لاکتیک در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین تعداد کل باکتری‌های روده‌ای در سطح ۵ و ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و ۲۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره داشت (p < ۰/۰۵). تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک روده در تیمارهای اسیدلاکتیک به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد بیشتر بود (p < ۰/۰۵). بالاترین تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در تیمار ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره مشاهده شد و بعداز آن به‌ترتیب تیمار ۵ و ۲۰ گرم اسیدلاکتیک در جیره قرار داشتند (p < ۰/۰۵).

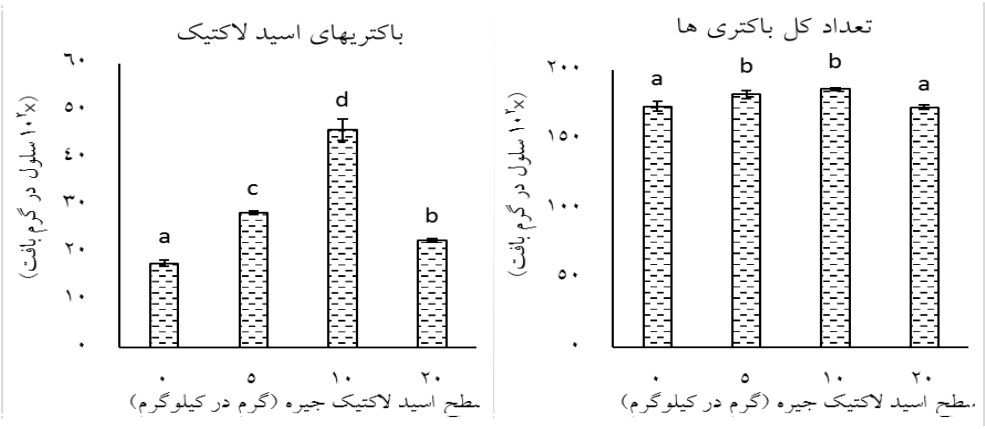
جدول ۲- مقایسه شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی ۰-۲۰ گرم در کیلوگرم اسیدلاکتیک

	مقدار اسیدلاکتیک جیره (گرم در کیلوگرم)				P-value
	شاهد	۵	۱۰	۲۰	
وزن اولیه (گرم)	۱۰۱ ± ۱/۰۰	۱۰۵ ± ۱/۹۳	۱۰۵ ± ۲/۱۶	۱۰۵ ± ۲/۰۵	-
وزن نهایی (گرم)	۲۷۲ ± ۸/۴۲	۲۶۵ ± ۵/۰۹	۲۷۲ ± ۱۰/۲	۲۷۰ ± ۶/۶۶	۰/۹۱۰
افزایش وزن (درصد)	۱۶۹ ± ۵/۵۸	۱۵۳ ± ۵/۸۳	۱۶۰ ± ۴/۷۴	۱۵۸ ± ۴/۹۴	۰/۲۹۸
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۷۳ ± ۰/۰۳	۱/۶۷ ± ۰/۰۳	۱/۷۳ ± ۰/۰۳	۱/۷۰ ± ۰/۰۶	۰/۶۲۷
ضریب تبدیل غذایی	۱/۲۰ ± ۰/۰۱	۱/۲۷ ± ۰/۰۳	۱/۲۳ ± ۰/۰۳	۱/۲۳ ± ۰/۰۳	۰/۴۸۷
بقاء (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-



شکل ۱- مقایسه فعالیت پپسین در معده و فعالیت آمیلاز، لیپاز و پروتئیاز در روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی ۰-۲۰ گرم در کیلوگرم اسیدلاکتیک. حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین تیمارها می‌باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]
[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]



شکل ۲- مقایسه تعداد کل باکتری‌ها و تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی ۰-۲۰ گرم در کیلوگرم اسیدلاکتیک. حروف متفاوت روی میله‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین تیمارها می‌باشد.

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از مواد اسیدی‌کننده (اسیدی‌فایر) در جیره غذایی ماهی و میگو، می‌تواند روشی مؤثر در جهت دستیابی به تولید سالم، با صرفه اقتصادی و پایدار باشد. درهمین راستا، با اینکه مطالعه‌های کمی در زمینه کاربرد اسیدهای آلی در جیره آبزیان صورت پذیرفته است، محققان عملکرد مثبت جیره‌های حاوی اسیدهای آلی را به عواملی نظیر افزایش کارآیی آنزیم‌های گوارشی، افزایش میزان هضم‌پذیری پروتئین و چربی، افزایش میزان جذب مواد معدنی و افزایش جمعیت باکتری‌های مفید در روده نسبت داده‌اند (Luckstadt, 2008). با این‌حال، اثر اسیدلاکتیک در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی نشده است و این تحقیق برای اولین بار به این موضوع پرداخته است.

افزودن اسیدلاکتیک به جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش فعالیت پپسین در معده شد. درهمین راستا، مطالعه انجام شده روی ماهی شوریده قرمز (*Sciaenops ocellatus*) نشان داد که میزان فعالیت آنزیم پپسین معده در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدسیتریک و دی فرمات پتاسیم با افزایش سطح اسید آلی در جیره افزایش یافته است. نتایج این تحقیق با مطالعه حاضر همسو بود (Castillo *et al.*, 2014). هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر مشخص شده است که با افزایش میزان اسیدسینامیک در جیره قزل‌آلای رنگین کمان، سطح فعالیت پپسین معده تا یک سطح افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد که با مطالعه حاضر همخوانی داشت (Yılmaz and Ergün, 2018). این نتایج احتمالاً می‌تواند به‌علت کاهش pH معده در نتیجه افزودن اسید آلی به جیره باشد. تبدیل پپسینوژن به پپسین به سرعت در pH ۲ اما به آرامی در pH ۵ تا ۶ اتفاق می‌افتد. علاوه‌بر این، پپسین در محیط اسیدی (pH ۲ تا ۳/۵) بهترین عملکرد را دارد و بالاتر از این اسیدیته فعالیت آن به سرعت کاهش می‌یابد (Zhao *et al.*, 2011).

فعالیت پروتئاز قلیایی روده در واقع مربوط به آنزیم‌های تریپسین و کیموتریپسین است و افزایش فعالیت آن می‌تواند نشان‌دهنده افزایش قابلیت هضم پروتئین باشد. همچنین میزان فعالیت آنزیم پروتئاز با افزایش میزان اسیدلاکتیک در جیره تا سطح ۱۰ گرم افزایش و پس از آن کاهش فعالیت مشاهده شد. در یک تحقیق روی بچه ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) نتایج مشابهی با افزودن مکمل سیترات سدیم بر فعالیت پروتئاز روده‌ای مشاهده شد (Sotoudeh *et al.*, 2020a). دلیل کاهش فعالیت پروتئاز قلیایی در سطح ۲۰ گرم در کیلوگرم اسیدلاکتیک می‌تواند کاهش pH روده باشد که فعالیت آنزیم‌های قلیایی را کم می‌کند.

نتایج فعالیت آمیلاز روده در پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات قبلی مطابقت دارد. با افزودن سطوح مختلف اسیدسیتریک و دی فرمات پتاسیم به جیره‌های آزمایشی ماهی شوریده قرمز (*S. ocellatus*) میزان فعالیت آنزیم آمیلاز به‌طور معناداری در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافته است (Castillo *et al.*, 2014). هم‌چنین در پژوهشی دیگر، افزایش معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم آمیلاز با تجویز اسید مالیک در جیره بچه‌ماهیان تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) در مقایسه با گروه شاهد مشاهده گردید (Chen *et al.*, 2016). افزایش فعالیت آمیلاز در بخش روده ممکن است نتیجه اثر غیرمستقیم اسید لاکتیک بر میکرو اکوسیستم روده باشد. اسیدهای آلی یا نمک‌های آن‌ها می‌توانند از رشد میکروارگانیسم‌های مضر روده مانند کلی فرم‌ها، انتروکوک‌ها و ویبریوها جلوگیری کنند (Øverland *et al.*, 2008; Zhou *et al.*, 2009; da Silva *et al.*, 2016) و تولید باکتری‌های مفید مقاوم به اسید مانند لاکتوباسیلوس‌ها را ارتقا دهند (Alves Jesus *et al.*, 2021) که ممکن است در نهایت فعالیت آنزیم‌های گوارشی روده ماهی را افزایش دهند (Askarian *et al.*, 2011). همچنین، مطالعات انجام‌شده روی پستانداران نشان‌داده است که کاهش pH روده می‌تواند به‌عنوان یک عامل محرک در ترشح سکرتین عمل کرده که با تأثیر روی پانکراس، ترشح آنزیم‌های پانکراتیک را افزایش می دهد (Castillo *et al.*, 2014).

افزایش تعداد کل باکتری‌های روده در تیمار ۵ و ۱۰ گرم اسیدلاکتیک در کیلوگرم احتمالاً به‌دلیل افزایش تعداد ریز پرزهای روده می‌باشد، به طوری که مطالعات پیشین نشان داده‌اند که اسیدهای آلی باعث توسعه ریز پرزهای روده ماهی‌ها می‌شوند (Huan *et al.*, 2018; Addam *et al.*,

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]
[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

2019; Hassaan *et al.*, 2021). باتوجه به مکانیسم عمل اسیدهای آلی در حذف باکتری‌های مضر و حساس به pH به‌نظر می‌رسد کاهش pH ناشی از حضور اسید آلی توانسته است از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله تأمین بخشی از انرژی موردنیاز و شرایط محیطی مناسب (pH مناسب) برای باکتری‌های اسیدلاکتیک و محدودیت رشد برای باکتری‌های مضر (حساس به pH) و توسعه پرزهای روده میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک در فلور باکتریایی را افزایش دهد (Vázquez *et al.*, 2005). در این راستا، افزودن ۲۰ گرم در کیلوگرم لاکتات سدیم، بوتیرات سدیم، پروپیونات سدیم و استات سدیم به جیره غذایی خرچنگ آستاکوس (*A. leptodacthylus*) باعث افزایش تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده شده است (Safari *et al.*, 2021). همچنین افزودن ۳۲۶ میلی‌گرم بوتیرات سدیم به هر کیلوگرم جیره غذایی ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) منجر به افزایش تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده شده است (Tian *et al.*, 2017).

نتایج مطالعه حاضر نشان‌داد که افزودن سطوح مختلف اسیدلاکتیک اثرات مثبت یا منفی بر شاخص‌های رشد و بقا قزل‌آلای رنگین‌کمان نداشت. عدم تأثیر اسیدلاکتیک بر عملکرد رشد قزل‌الای‌رنگین‌کمان همسو با مطالعات مشابه در برخی گونه‌های دیگر می‌باشد. تأثیر غیر معنادار مکمل اسیدهای آلی (اسیدفرمیک، اسیدسیتریک، اسیدمالیک، اسید ارتوفسفریک، اسیدلاکتیک و اسیدتارتاریک) برعملکرد رشد هیبرید تیلاپیای قرمز (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) (Ng *et al.*, 2009)، مکمل اسیدهای آلی (اسیدفرمیک، اسیدسیتریک، اسیدمالیک، اسید ارتوفسفریک، اسیدلاکتیک و اسید تارتاریک) بر قزل‌آلای‌رنگین‌کمان (Soleymani Iraei *et al.*, 2012)، مکمل اسیدی فایر بایوترونیک بر ماهی اسکار تایگر (*Astronotus ocellatus*) (Hadidi and Taati, 2016)، مخلوط چند اسیدآلی بر میگوی ببری سیاه (*Peneaus monodon*) (Ng *et al.*, 2015)، و مخلوط چند اسیدآلی بر کفشک‌زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) (Katya *et al.*, 2018)گزارش شده است. از طرفی مطالعات دیگری نیز وجود دارند که اثرات مثبت اسیدهای آلی در رشد ماهی را گزارش نموده اند (Ringø, 1991; Reda *et al.*, 2016; Sheikhzadeh *et al.*, 2021). باتوجه به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده انتظار می‌رفت که رشد ماهی‌ها نیز در تیمارهای اسیدلاکتیک افزایش یابد ولی نتایج این تحقیق برخلاف این فرضیه بود. دلایل این امر به‌درستی مشخص نیست ولی افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی اگرچه ممکن است باعث افزایش هضم مواد غذایی شود، الزاماً باعث افزایش جذب و تثبیت مواد مغذی نمی‌شود. لذا تحقیقات بیشتری رد این زمینه لازم است تا دلایل این نتایج مشخص گردد.

در نهایت براساس نتایج این تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که افزودن ۱۰ گرم در کیلوگرم اسیدلاکتیک به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند باعث افزایش تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های اسیدلاکتیک روده شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی (گرگان) انجام شد. از کلیه پرسنل مرکز و همکاران ایستگاه تحقیقات شیلاتی قره‌سو که در اجرای این پروژه کمک نمودند، قدردانی می‌گردد.

پست الکترونیک نویسندگان

سید مرتضی حسینی: seyyedmorteza.hoseini@gmail.com
اسمعیل پقه: esmaeilpaghe@gmail.com
عباسعلی آقایی‌مقدم: aghaeifishery@gmail.com
فاطمه حسین‌پور دلاور: Fhosseinpour18@gmail.com
محمود حافظیه: jhafezieh@yahoo.com
منصور شریفیان: sharif_23m@yahoo.com

REFERENCES

Addam K.G.S., Pereira S.A., Jesus G.F.A., Cardoso L., Syracuse N., Lopes G.R., Lehmann N.B., da Silva B.C., de Sá L.S., Chaves F.C.M., Martins M.L., Mouriño J.L.P. 2019. Dietary organic acids blend alone or in combination with an essential oil on the survival, growth, gut/liver structure and de hemato-immunological in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Research, 50: 2960-2971.

Alves Jesus G.F., Owatari M.S., Pereira S.A., Silva B.C., Syracuse N.M., Lopes G.R., Addam K., Cardoso L., Pedreira Mouriño J.L., Martins M.L. 2021. Effects of sodium butyrate and *Lippia origanoides* essential oil blend on growth, intestinal microbiota, histology, and haemato-immunological response of Nile tilapia. Fish & Shellfish Immunology, 117: 62-69.

Askarian F., Kousha A., Salma W., RingØ E. 2011. The effect of lactic acid bacteria administration on growth, digestive enzyme activity and gut microbiota in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and beluga (*Huso huso*) fry. Aquaculture Nutrition, 17: 488-497.

Castillo S., Rosales M., Pohlenz C., Gatlin III D.M. 2014. Effects of organic acids on growth performance and digestive enzyme activities of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 433: 6-12.

Chen Y.J., Luo L., Zhang G.Z., Li Z., Bai F.J., Shi Y.Q., Yang H.S. 2016. Effect of dietary L-malic acid supplementation on growth, feed utilization and digestive function of juvenile GIFT tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Journal of Applied Ichthyology, 32: 1118-1123.

Coutinho F., Castro C., Guerreiro I., Rangel F., Couto A., Serra C. R., Enes P. 2021. Mealworm larvae meal in diets for meagre juveniles: Growth, nutrient digestibility and digestive enzymes activity. Aquaculture, 535: 736-742.

da Silva B.C., Vieira F.d.N., Mouriño J.L.P., Bolivar N., Seiffert W.Q. 2016. Butyrate and propionate improve the growth performance of *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Research, 47: 612-623.

Detman A., Mielecki D., Chojnacka A., Salamon A., Błaszczyk M.K., Sikora A. 2019. Cell factories converting lactate and acetate to butyrate: Clostridium butyricum and microbial communities from dark

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

fermentation bioreactors. Microbial cell factories, 18: 1-12.

Hadidi S., Taati R. 2016. Effect of different levels of dietary Biotronic™ as acidifier supplement on feed efficiency and some hematological and immune parameters of tiger Oscar (*Astronotus ocellatus*). Iranian Veterinary Journal, 12: 32-41.

Hardy R.W. 2002. Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In: Webster, C.D., Lim, C. (Eds.), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, NY,USA, pp. 184–202

Hassaan M.S., El-Sayed A.M.I., Mohammady E.Y., Zaki M.A.A., Elkhyat M.M., Jarmołowicz S., El-Haroun E.R. 2021. Eubiotic effect of a dietary potassium diformate (KDF) and probiotic (*Lactobacillus acidophilus*) on growth, hemato-biochemical indices, antioxidant status and intestinal functional topography of cultured Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed diet free fishmeal. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 533: 736147.

Hoseinifar S.H., Soleimani N., Ringø E. 2014. Effects of dietary fructo-oligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. British Journal of Nutrition, 112: 1296-1302.

Hoseinifar S.H., Zoheiri F., Caipang C.M. 2016. Dietary sodium propionate improved performance, mucosal and humoral immune responses in Caspian white fish (*Rutilus frisii kutum*) fry. Fish & Shellfish Immunology, 55: 523-528.

Huan D., Li X., Chowdhury M.A.K., Yang H., Liang G., Leng X. 2018. Organic acid salts, protease and their combination in fish meal-free diets improved growth, nutrient retention and digestibility of tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture Nutrition, 24: 1813-1821.

Iranian Fisheries Organization. 2020. Annual Statistical Yearbook 2015-2020. Deputy of Programming and Budget. 64p.

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

Lim C., Lückstädt C., Webster C.D., Kesius P. 2015. Organic acids and their salts. pp. 305-320 in Lee C.-S., Lim C., Webster C.D., eds. Dietary nutrients, additives, and fish health. Willey-Blackwell, Hoboken, NJ, USA. Blackwell-Publishing, NJ, USA.

Lückstädt C. 2008. Effect of dietary potassium diformate on the growth and digestibility of Atlantic salmon *Salmo salar*. In Proceedings of the 13th International Symposium on Fish Nutrition & Feeding, Florianopolis, Brazil. 279p.

Matani Bour H.A., Esmaeili M., Abedian Kenari A. 2018. Growth performance, muscle and liver composition, blood traits, digestibility and gut bacteria of beluga (*Huso huso*) juvenile fed different levels of soybean meal and lactic acid. Aquaculture Nutrition, 24: 1361-1368.

Ng W.-K., Koh C.-B., Sudesh K., 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.

Ng W.-K., Koh C.-B., Teoh C.-Y., Romano N. 2015. Farm-raised tiger shrimp, *Penaeus monodon*, fed commercial feeds with added organic acids showed enhanced nutrient utilization, immune response and resistance to *Vibrio harveyi* challenge. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 449: 69-77.

Øverland M., Kjos N.P., Borg M., Skjerve E., Sørum H. 2008. Organic acids in diets for entire male pigs: Effect on skatole level, microbiota in digesta, and growth performance. Livestock Science, 115: 169-178.

Reda R.M., Mahmoud R., Selim K.M., El-Araby I.E. 2016. Effects of dietary acidifiers on growth, hematology, immune response and disease resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Fish & Shellfish Immunology, 50: 255-262.

Ringø E. 1991. Effects of dietary lactate and propionate on growth and digesta in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 96: 321-333.

Safari O., Paolucci M., Ahmadniaye Motlagh H. 2021. Effect of dietary encapsulated organic salts (Na-acetate, Na-butyrate, Na-lactate and Na-propionate) on growth performance, haemolymph, antioxidant and digestive enzyme activities and gut microbiota of juvenile narrow clawed crayfish, *Astacus leptodactylus leptodactylus* Eschscholtz, 1823. Aquaculture Nutrition, 27: 91-104.

Sheikhzadeh N., Ahmadifar E., Dawood M.A.O., Soltani M. 2021. Dietary sodium propionate enhanced the growth performance, immune-related genes expression, and resistance against *Ichthyophthirius multifiliis* in goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 540: 736720.

Soleymani Iraei M., Sajjadi M., Keramat Amirkolaei A., Farahi A., Karimzadeh S. 2012. Effects of different levels of organic acids on growth performance, body composition and hematological parameters of rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*). Utilization and Cultivation of Aquatics, 1: 1-14.

Sotoudeh E., Saghaei S., Dehghani M. 2020a. Effects of dietary sodium citrate on growth performance, body composition and digestive enzymes activity of yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) fingerling. Aquaculture Sciences, 8: 32-42.

Sotoudeh E., Sangari M., Bagheri D., Morammazi S., Torfi Mozanzadeh M. 2020b. 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, 26: 1669-1680.

Taheri Mirghaed A., Yarahmadi P., Soltani M., Paknejad H., Hoseini S.M. 2019. Dietary sodium butyrate (Butirex® C4) supplementation modulates intestinal transcriptomic responses and augments disease

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish & Shellfish Immunology, 92: 621-628.

Tian L., Zhou X.-Q., Jiang W.-D., Liu Y., Wu P., Jiang J., Kuang S.-Y., Tang L., Tang W.-N., Zhang Y.-A. 2017. Sodium butyrate improved intestinal immune function associated with NF-κB and p38MAPK signalling pathways in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Fish & Shellfish Immunology, 66: 548-563.

Vázquez J.A., González M.P., Murado M.A. 2005. Effects of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 245: 149-161.

Vielma J., Lall S.P. 1997. Dietary formic acid enhances apparent digestibility of minerals in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Nutrition, 3: 265-268.

Yılmaz S., Ergün S. 2018. Trans-cinnamic acid application for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): I. Effects on haematological, serum biochemical, non-specific immune and head kidney gene expression responses. Fish & Shellfish Immunology, 78: 140-157.

Zhang L., Zhang P., Xia C., Cheng Y., Guo X., Li Y. 2020. Effects of malic acid and citric acid on growth performance, antioxidant capacity, haematology and immune response of *Carassius auratus gibelio*. Aquaculture Research, 51: 2766-2776.

Zhao L., Budge S.M., Ghaly A.E., Brooks M.S., Dave D. 2011. Extraction, purification and characterization of fish pepsin: a critical review. Journal of food processing & technology, 2: 15-26..

Zhou Z., Liu Y., He S., Shi P., Gao X., Yao B., Ringø E. 2009. Effects of dietary potassium diformate (KDF) on growth performance, feed conversion and intestinal bacterial community of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* ♀×*O. aureus* ♂). Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), 291: 89-94.

نحوه استناد به این مقاله:

حسینی م.، پقه ا.، آقایی‌مقدم ع.، حسین‌پور دلاور ف.، حافظیه م.، شریفیان م. ۱۴۰۱. اثر افزودن اسیدلاکتیک به جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور باکتریایی روده. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۱۰(۲): ۳۸-۳۰.
https://doi.org/10.22034/jair.10.2.31

Hoseini M., Pagheh E., Aghaei Moghaddam A., Hoseinpour Delavar F., Hafezieh M., Sharifian M. 2022. The effect lactic acid supplementation in diet of rainbow trout on growth parameters, activity of digestive enzymes and intestinal bacterial flora. Journal of Applied Ichthyological Research, 10(2): 30-38. https://doi.org/10.22034/jair.10.2.31

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]

The effect lactic acid supplementation in diet of rainbow trout on growth parameters, activity of digestive enzymes and intestinal bacterial flora

Hoseini M[1*]., Pagheh E[1]., Aghaei Moghaddam A[1]., Hoseinpour Delavar F[2]., Hafezieh M[3]., Sharifian M[3].

[1] Inland Waters Aquatics Resources Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.
[2] Dept. of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[3] Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Type:

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.10.2.31

Paper History:

Received: 11-02-2022
Accepted: 17-04- 2022

Corresponding author:

Hoseini M. Inland Waters Aquatics Resources Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.

Email: seyyedmorteza.hoseini@gmail.com

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of adding lactic acid to the diet of rainbow trout on growth indices, activity of digestive enzymes and microbial flora of the fish gastrointestinal tract. For this purpose, 4 diets containing 0, 5, 10 and 20 g of lactic acid per kg of diet were made and each diet was offered to fish in three replications for 8 weeks. The results showed that there was no significant difference in growth and survival indices between different treatments. The highest activity of gastric pepsin enzyme was observed at the level of 10 and 20 g of lactic acid in the diet. The highest alpha-amylase activity was observed at the level of 10 g of lactic acid in the diet. Lipase activity in the control treatment and 10 g of lactic acid in the diet was similar and significantly higher than the treatments of 5 and 20 g of lactic acid in the diet. Intestinal protease activity in treatments of 5 and 10 g of lactic acid in the diet was higher than the control treatment and the highest activity was related to 10 g of lactic acid. Treatment of 20 g of lactic acid in the diet had lower protease activity than the control treatment. The highest number of total intestinal bacteria was observed at the level of 5 and 10 g of lactic acid in the diet. The number of intestinal lactic acid bacteria in lactic acid treatments was significantly higher than the control treatment. The highest number of lactic acid bacteria was observed in the treatment of 10 g of lactic acid in the diet. According to the results, the addition of lactic acid to the rainbow trout diet has no effect on growth, although it does increase the activity of digestive enzymes. However, adding 10 g / kg of lactic acid leads to an increase in lactic acid bacteria in the gut of the fish.

Keywords: nutrition, diet, organic acid, rearing, gastrointestinal tract.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

[DOI: 10.22034/jair.10.2.31]