اثرات بکارگیری پری‌بیوتیک در محیط بیوفلاک: بررسی ترکیبات نیتروژنی و عملکرد رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

حجتا... جعفریان*، آرزو خسروی نجف‌آبادی، حسین آدینه، محمد هرسیج

گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر پربیوتیک (ای- مکس اولترا و سلماناکس) تلیقح شده به سیستم بیوفلاک بر کیفیت آب و کارایی رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی انجام شد. در یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی ۳۰۰ قطعه ماهی انگشت‌قد (۰/۷۰±۴/۰۹ گرم) در ۱۵ مخزن ۳۲ لیتری به‌مدت ۴۰ روز توزیع شدند. دو سطح پربیوتیک شامل ۰ (T0)، ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌لیتر ای‌مکس (T1 و T2)، ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌لیتر سلماناکس (T1 و T2) و یک تیمار شاهد استفاده شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در ۴ مرحله (روزهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ آزمایش) مورد بررسی قرار گرفتند. غلظت آمونیاک بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری داشت که در پایان آزمایش مقدار آن کاهش یافت. عملکرد رشد و تغذیه ماهی در تیمارهای بیوفلاک به‌طور معنی‌داری بهتر از تیمار شاهد بود. بطورکلی نتایج نشان داد که بکارگیری پربیوتیک ای- مکس اولترا و سلماناکس در محیط بیوفلاک می‌تواند باعث بهبود کیفیت آب و عملکرد رشد ماهی کپور معولی شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات نیتروژنی، محیط بیوفلاک، پربیوتیک تجاری، ماهی کپور معمولی

مقدمه

سیستم بیوفلاک شامل میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌های هتروتروف، ریزجلبک‌ها، زئوپلانکتون‌ها، آغازیان، فیتو پلانکتون‌ها، باکتری‌های آزاد یا چسبنده، تجمع مواد آلی خاص و سایر تغذیه‌کننده‌ها مثل روتیفرها، مژه‌داران و تاژکداران آغازی و کوپه‌پوداها (Ray و همکاران، ۲۰۱۰) برای تجزیه مواد دفعی آبزی پرورشی، غذای خورده نشده و بقایای جانوری و گیاهی است. در این سیستم، میکروارگانیسم‌ها نقش کلیدی در تغذیه آبزیان پرورشی دارند. تجمع آنها (بیوفلاک) یک منبع طبیعی غنی و در دسترس (۲۴ ساعته در روز) از پروتئین و چربی می‌باشد. این میکروارگانیسم‌ها دو نقش اصلی و مهم در جهت حفظ کیفیت آب (با جذب ترکیبات نیتروژن‌دار در تولید پروتئین میکروبی) و تغذیه (افزایش امکان پرورش با کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هزینه‌های غذایی) در محیط پرورش آبزیان بازی می‌کنند (Emerenciano و همکاران، ۲۰۱۳). باکتری‌های فعال در این سیستم برای فعالیت بهینه نیاز به تغذیه با یک منبع کربنی دارند و لازم است تا همواره تعادلی بین نسبت مقادیر نیتروژن به کربن در سیستم برقرار باشد (Avnimelech، ۲۰۰۷). در سیستم بیوفلاک با کمک اضافه کردن منابع کربوهیدراتی، باکتری‌های هتروتروفیک آمونیوم را مستقیماً جذب و به پروتئین سلولی تبدیل می‌کنند. هدف از استفاده مواد کربنی در سیستم بیوفلاک، حفظ نسبت کربن به

*نویسنده مسئول: hojat.jafaryan@gmail.com

نیتروژن (C/N) آب در جهت کنترل و تنظیم مقدار ترکیبات نیتروژنی در آب می‌باشد (Taw, 2010). نسبت کربن به نیتروژن نسبتا بالا (۱۰ تا ۲۰) برای تکنولوژی بیوفلاک توصیه می‌شود (Asaduzzaman و همکاران، ۲۰۰۸). منابع کربن بکار رفته در سیستم بیوفلاک اغلب در نتیجه تولیدات مازاد صنایع غذایی انسانی و حیوانی تولید می‌شوند که قابل دسترس در منطقه باشند. منابع ارزان کربوهیدرات‌ها مانند ملاس چغندر قند، گلیسرول، آردها و سبوس‌های گیاهی (گندم، ذرت، برنج و غیره) می‌باشند. بنابراین افزودن کربوهیدرات راه عملی و مناسب برای افزایش نسبت کربن به نیتروزن در جهت ارتقا سیستم بیوفلاک می‌باشد (Anand و همکاران، ۲۰۱۳). پربیوتیک ماده غذایی غیر قابل هضمی است که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌تواند سلامتی میزبان را بهبود بخشد. بر اساس این تعریف هر ماده غذایی که به روده می‌رسد مانند کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم، بعضی از پپتیدها، پروتئین‌ها و نیز برخی از چربی‌ها می‌توانند به عنوان پربیوتیک مطرح باشند. مهمترین محصول حاصل از متابولیسم پربیوتیک‌ها، اسیدهای چرب زنجیره کوتاه نظیر استات، پروپیونات، بوتیرات و اسید لاکتیک ناشی از تخمیر پربیوتیک منجر به کاهش pH روده می‌شود که شرایط مناسب برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک را فراهم می‌کند (Ringo و Gatesoupe، ۱۹۹۸). برای اینکه یک ترکیب به عنوان پربیوتیک طبقه‌بندی شود، ضروری است تحت هیدرولیز قرار نگرفته و در مجاری فوقانی روده‌ای و معدی جذب نشود و قادر باشد زندگی جانداران روده‌ای سالم را ترفیع داده و در نتیجه اثرات سودمندی را در روده میزبان القا کند (Salamatdoustnobar و همکاران، ۲۰۱۱). هدف از این مطالعه بکارگیری پربیوتیک (ای- مکس اولترا و سلماناکس) تلیقح شده به سیستم بیوفلاک بر کارایی رشد و تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی لاشه و کیفیت آب محیط پرورش ماهی کپور معمولی بود.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش: برای آماده‌سازی استوک اولیه بیوفلاک، چهار مخزن ۶۰ لیتری تهیه و هر کدام حجم ۵۰ لیتر از آن آبگیری شد. برای تسریع در شکل‌گیری بیوفلاک در هر مخزن مقدار ۵۰ گرم غذای تجاری کپور معمولی، ۱۲/۵ گرم خاک بستر استخر پرورش کپور، ۰/۲۵ گرم اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مخزن اضافه شد. مخزن بطور پیوسته هوادهی و زمانیکه مقدار مواد جامدات معلق کل (TSS) در آب به حدود ۳۰۰ میلی گرم در لیتر رسید فلاک برداشت شد (Najdegerami و همکاران، ۲۰۱۵).

تعداد ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۰/۷۰± ۴/۰۹ گرم انتخاب و بطور تصادفی در ۱۵ مخزن فایبرگلاس (۲۰ قطعه ماهی در هر تکرار) با حجم آبگیری ۳۲ لیتر جایابی شد. در طول دوره پرورش بچه ماهیان به میزان ۵ درصد کل بیومس ذخیره‌سازی به‌طور روزانه و با غذای تجاری کپور معمولی در ۴ نوبت در ساعات ۹، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ به مدت ۴۰ روز انجام گرفت. بر اساس مقدار غذای داده شده (ازت) میزان ملاس چغندر قندر (کربن) محاسبه و هر روز به آب مخازن پرورش اضافه گردید.

تلقیح پربیوتیک تجاری ای‌مکس‌اولترا وسلماناکس مایع در سیستم بیوفلاک: در این تحقیق از پربیوتیک‌های تجاری به ترتیب تحت عناوین ای‌مکس‌اولترا وسلماناکس مایع از شرکت Arm &

Hammer Animal Nutrition Co. ساخت کشور آمریکا از طریق نمایندگی پیشتازان (مازندران، ایران) تهیه و استفاده گردید. برای تلقیح، ۲ نوع پربیوتیک سلماناکس مایع و ای‌مکس‌اولترا با مقادیر ۰/۲ و ۰/۱ میلی‌لیتر بر لیتر هر ۷ روز یکبار به آب محیط پرورش بچه ماهی کپور معمولی پرورش یافته در سیستم بیوفلاک اضافه گردید. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در۳ گروه آزمایشی بیوفلاکی اجرا گردید: گروه۱: تیمار شاهد با فلاک (T0)، گروه ۲: تیمار تلقیح پربیوتیک ای‌مکس‌اولترا ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر با فلاک (T1 و T2) و گروه ۳: تیمار تلقیح پربیوتیک سلماناکس مایع ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر با فلاک (T3و T4).

سنجش پارامترهای کیفی آب: در این آزمایش هر ۱۰ روز یکبار پارمترهای کیفی آب مانند قلیائیت، آمونیاک، نیتریت و نیترات بر اساس استاندارد آزمایشگاه در روزهای ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ آزمایش اندازه‌گیری شد (APHA، ۱۹۹۸).

اندازه‌گیری فاکتورهای رشد و تغذیه: پایان ۴۰ روز دوره آزمایش وزن ماهیان با ترازوی دیجیتال دقت ۰/۰۱ بر حسب گرم و طول با خطکش دقت ۱ میلی‌متری بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. فرمول‌های فاکتورهای رشد و تغذیه به‌صورت زیر آورده شده است:

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

نرخ رشد ویژه = ۱۰۰ × [دوره پرورش (روز)/ لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی- لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی]

ضریب چاقی= (وزن نهایی (گرم)/ توان سوم طول کل ماهی (سانتی‌متر))× ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی = [مقدار غذای مصرفی(گرم) / وزن نهایی(گرم)- وزن اولیه (گرم)]

کارایی تبدیل غذا = [وزن بدست آمده ماهی(گرم)/ غذای خشک خورده شده]× ۱۰۰

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌های با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از تست دانکن استفاده گردید. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SPSS (v.19) استفاده شد.

نتایج

میانگین ترکیبات نیتروژنی آب محیط پرورش در جدول ۱ آورده شده است.

میانگین عملکرد فراسنجه‌های رشد بچه‌ماهیان کپور در این تحقیق در جدول ۲ آمده است. با توجه به نتایج، تمام تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۵$). به هر حال بیشترین میزان وزن نهایی در تیمارهای ۲ و ۴ مشاهده شد.

جدول ۱- ترکیبات نیتروژنی محیط پرورش بچه ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک تحت تلقیح دو پریبیوتیک در آب

		T0	T1	T2	T3	T4
دوره اول (روز ۱۰ آزمایش)	آمونیاک کل (میلی گرم در لیتر)	۰/٤٥ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۷۵ ± ۰/۰٤^{a}	۰/۳٦ ± ۰/۰۲^{c}	۰/٦۸ ± ۰/۰۳^{a}	۰/٦۵ ± ۰/۰۲^{a}
	نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۲۷ ± ۰/۰۸^{bc}	۰/۱۰ ± ۰/۰^{d}	۰/٤ ± ۰/۰٤^{ab}	۰/٤۹ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۲۷ ± ۰/۰^{c}
	نیترات (میلی گرم در لیتر)	٤/۷۱ ± ۰/۱^{a}	٤/۰٤ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۲ ± ۰/۰۸^{d}	۳/۳٤ ± ۰/۲٤^{c}	۳/٦۷ ± ۰/۳۳^{c}
	قلیائیت (میلی گرم بر کربنات کلسیم)	۳۵۰/۰ ± ۲۵/۰^{b}	۳۸۳/۵ ± ۱/۵^{a}	۳۳۸/۵ ± ۱۳/۵^{b}	۳٦۱/۵ ± ۱۳/۵^{ab}	۳٦٤/۰ ± ٦/۰^{ab}
	کدورت(NTU)	۳٤/۳۵ ± ۰/۸۵^{c}	۳۹/۳ ± ۰/۸^{b}	٤۰/۸۵ ± ۰/۱۵^{b}	٦۰/۳۵ ± ۱/۹۵^{a}	۳۵/۷۵ ± ۰/۹۵^{c}
	مواد محلول کل	۵٤۲/۵ ± ٦/۵^{e}	۷۳٤/۰ ± ۲/۰^{d}	۷٤٦/۰ ± ۳/۰^{c}	۸۳۸/۰ ± ۷/۰^{a}	۷۹۹/۵ ± ۲/۵^{b}
دوره اول (روز ۲۰ آزمایش)	آمونیاک کل (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۰۵^{b}	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۰۵^{b}	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۰۵^{b}	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۰۵^{b}	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۱^{a}
	نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۸ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۰۵ ± ۰/۰^{c}	۱/٦۷ ± ۰/۰۷^{b}	۲/٤۹ ± ۰/۳۵^{a}	۰/۰۵ ± ۰/۰^{c}
	نیترات (میلی گرم در لیتر)	۳/٦۲ ± ۰/۰^{b}	۱/۹۷ ± ۰/۰^{c}	۰/٦٦ ± ۰/۰٤^{d}	٤/۱۳ ± ۰/۳۳^{a}	۱/۷٤ ± ۰/۱٤^{c}
	قلیائیت (میلی گرم بر کربنات کلسیم)	۳۲۲/۵ ± ۷/۵^{b}	۳۷۳/۵ ± ۱/۵^{a}	۳۷۷/۵ ± ۷/۵^{a}	۳۷۹/۵ ± ۱٤/۵^{a}	۳٦۸/۵ ± ٦/۵^{a}
	کدورت(NTU)	۱۱/۰۷ ± ۰/۷۲^{d}	٤۲/۷ ± ۱/٤^{c}	٤۹/٤ ± ۰/٦^{b}	۷۰/٦ ± ۱/٤^{a}	٤۲/۷۵ ± ۰/٦۵^{c}
	مواد محلول کل	٤۸۷/۰ ± ۸/۰^{c}	٤۹۹/۵ ± ۰/۵^{b}	٤۸۷/۵ ± ۱/۵^{c}	٤۹۷/۵ ± ۳/۵^{b}	۵۱۳/۵ ± ۱/۵^{a}
دوره اول (روز ۳۰ آزمایش)	آمونیاک کل (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۲ ± ۰/۰^{c}	۰/۰٤ ± ۰/۰^{b}	۰/۰۵ ± ۰/۰^{a}	۰/۰٤ ± ۰/۰^{b}	۰/۰۳ ± ۰/۰^{b}
	نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۵/۳۷ ± ۱/۹٦^{b}	٦/۵۹ ± ۱/۳۹^{ab}	۵/۷٦ ± ۲/۲۳^{b}	۵/۰۹ ± ۱/٤۰^{b}	۸/۹٤ ± ۰/٤۵^{a}
	نیترات (میلی گرم در لیتر)	٤/۵۵ ± ۰/۰۱^{b}	۵/۹٤ ± ۰/۰٤^{a}	۵/۲۵ ± ۰/۹۳^{ab}	٦/۵۸ ± ۰/۱۳^{a}	٦/۵۶ ± ۰/۷٤^{ab}
	قلیائیت (میلی گرم بر کربنات کلسیم)	۱۹٤/۵ ± ۹۰/۵^{a}	۱۰۵/۰ ± ۱/۰^{b}	۱۲۹/۰ ± ۲۵/۰^{ab}	۱۲۲/۰ ± ۱۸/۰^{ab}	۱۰۸/۰ ± ۱۰/۰^{b}
	کدورت(NTU)	۱۲/۰۵ ± ۱/۰۵^{b}	٦۸/۵ ± ٦/۵^{a}	٦۸/۷۵ ± ٤/۲۵^{a}	۸۱/۷۵ ± ۲۱/۷۵^{a}	۳۵/۵ ± ۳/۰^{a}
	مواد محلول کل	٤۷۱/۰ ± ٤/۰^{b}	٤۹۷/۵ ± ۳/۵^{ab}	۵۱۳/۰ ± ٤/۰^{a}	٦۰۸/۰ ± ۸/۰^{a}	۵۰۱/۰ ± ٤/۰^{ab}
دوره اول (روز ٤۰ آزمایش)	آمونیاک کل (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۰۵^{a}	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۰۵^{a}	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۰۵^{a}
	نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۹ ± ۰/۰۵^{b}	۰/۳۲ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۹ ± ۰/۰٤^{a}	۰/۳٦ ± ۰/۰۵^{a}	۰/۳٤ ± ۰/۰۵^{a}
	نیترات (میلی گرم در لیتر)	۵/۷۸ ± ۰/۰۱^{a}	۵/٤٦ ± ۰/۳۸^{a}	۵/٤٦ ± ۰/۳۲^{b}	٤/۸۷ ± ۰/۳۵^{c}	۳/٦ ± ۰/۳۵^{c}
	قلیائیت (میلی گرم بر کربنات کلسیم)	۲۳۲/۵ ± ۱۲/۵^{b}	۲۷۱/۵ ± ۱/۵^{a}	۱۸۳/۵ ± ۸/۵^{c}	۲۳۸/۵ ± ۳/۵^{b}	۲۵۷/۵ ± ۷/۵^{a}
	کدورت(NTU)	۱۰/۱ ± ۰/٤^{c}	٤۵/٤۵ ± ۰/۸۵^{a}	۳۷/۳ ± ۰/۹^{b}	٤۳/۵ ± ۲/۲^{a}	٤۵/۰۱ ± ۰/۹۵^{a}
	مواد محلول کل	٤٦۵/۵ ± ٦/۵^{d}	٤۸٦/۵ ± ۱/۵^{c}	٤۹۹/۰ ± ۱/۰^{b}	۵۰٦/۵ ± ۳/۵^{a}	٤۹۹/۰ ±۱/۰^{b}

جدول ۲- میانگین عملکرد رشد بچه‌ماهی کپور معمولی پرورش یافته با سطوح مختلف دو پریبیوتیک بصورت تلقیح در سیستم بیوفلاک

تیمار / پارامترهای رشد	T0	T1	T2	T3	T4
وزن نهایی (گرم)	۸/۶۸ ± ۰/۶۲^{b}	۱۰/۶۲ ± ۰/۶۸^{a}	۱۰/۹۹ ± ۰/۷۴^{a}	۱۰/۸۷ ± ۰/۷۶^{a}	۱۰/۹۸ ± ۰/۶۸^{a}
طول نهایی (سانتی متر)	۸/۲۱ ± ۰/۱۰^{c}	۹/۰۲ ± ۰/۲۲^{ab}	۹/۵۱ ± ۰/۲۱^{a}	۸/۷۴ ± ۰/۲۱^{bc}	۸/۷۷ ± ۰/۱۹^{bc}
نرخ رشد ویژه	۱/۹۸ ± ۰/۱۴^{b}	۲/۴۴ ± ۰/۱۷^{a}	۲/۵۲ ± ۰/۱۷^{a}	۲/۵ ± ۰/۱۷^{a}	۲/۶۱ ± ۰/۱۳^{a}
ضریب چاقی	۱/۵۱ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۴۱ ± ۰/۰۵^{c}	۱/۲۲ ± ۰/۰۳^{d}	۱/۶۶ ± ۰/۰۲^{ab}	۱/۶۱ ± ۰/۰۴^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۶۰ ± ۰/۱۹^{a}	۱/۹۵ ± ۰/۱۷^{b}	۲/۰۰ ± ۰/۱۷^{b}	۲/۰۵ ± ۰/۱۷^{b}	۱/۸۳ ± ۰/۱۳^{b}
کارایی تبدیل غذا	۴۸/۳۱ ± ۴/۱۵^{b}	۶۲/۲۵ ± ۴/۱۳^{a}	۶۲/۳۴ ± ۴/۴۱^{a}	۶۰/۱۶ ± ۴/۳۶^{a}	۶۲/۵۷ ± ۳/۷۷^{a}

در هر ردیف حروف لاتین غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

تکنولوژی بیوفلاک به‌عنوان یک سیستم آبزی‌پروری دوست‌دار محیط زیست و بر پایه رشد میکروارگانیسم در محیط پرورش استوار است. از آنجائی‌که، حیوانات آبزی مانند ماهی و میگو نیاز زیادی به پروتئین در غذایشان دارند و به‌خاطر اینکه تولید انرژی در بدن آنها از طریق اکسیداسیون و کاتابولیسم پروتئین ها انجام می گیرد، سطح بالای پروتئین غذا باعث افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی کل و نیتریت در آب می‌شود (Mahanand و همکاران، ۲۰۱۳). استفده از سیستم بیوفلاک برای پرورش ماهی کاراس بطور معنی داری نیتروژن آمونیاکی را بعد از ۱۴ روز، نیتریت و نیترات را بعد از ۷ روز کاهش داد (Wang و همکاران، ۲۰۱۵). مطابق با تحقیق حاضر، Long و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند پس از ۸ هفته پرورش ماهی تیلاپیا در سیستم بیوفلاک بدون تعویض آب، غلظت آمونیاک کل در تیمار بیوفلاک از هفته اول تا پایان دوره آزمایش ثابت باقی ماند. تجمع نیتریت و نیترات در هفته‌های اول ممکن است به خاطر فرایندهای نیتریفیکاسیون اتفاق افتد که معمولا در سیستم بیوفلاک وجود دارند (Xu و همکاران، ۲۰۱۴؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۳).

درحالی که کاهش غلظت نیتریت و نیترات از هفته سوم تا پایان دوره آزمایش بواسطه عدم تحرک توسط باکتری‌های هتروتروفیک رخ می‌دهد که مانع از فرایند نیتریفیکاسیونی می‌شود. علاوه بر این، دنیتریفکاسیون ممکن است در طی دوره رخ دهد (Azim و Little، ۲۰۰۸؛ Leo و همکاران، ۲۰۱۳). میکروارگانیسم‌های هتروتروفیک قادرند نیتروژن آمونیاکی و نیترات را برای تکثیر و رشد خود مصرف کنند (Xia و همکاران، ۲۰۱۲) و تا اندازه بالایی کربن آلی را مصرف نمایند.

نتایج به‌دست‌آمده از وزن نهایی ماهی کپور در سیستم بیوفلاک نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده شد بطوری‌که بیشترین و کمترین این معیار بترتیب در تیمار T2 (۰/۷۴ ± ۱۰/۹۹ گرم) و در تیمار شاهد (۰/۶۲ ± ۸/۶۸ گرم) بدست آمد ($p<0/05$). یکی از فاکتورهای مهم در سیستم پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذایی است بنابراین کمترین این معیار در تیمار T4 (۰/۱۳ ± ۱/۸۳) و بیشترین آن در تیمار شاهد (۰/۱۹ ± ۲/۶۰) بدست آمد. مطابق با نتایج آزمایش حاضر گزارش شده است که ماهیان *Labeo rohita* با میانگین ۰/۱۲± ۴/۸۰ گرم در تیمارهای بیوفلاکی بطور معنی‌داری وزن بدن بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشت (Irshad Ahmad و همکاران، ۲۰۱۶).

پربیوتیک از طریق تغییر در ویژگی‌های مورفولوژیکی روده مانند افزایش ارتفاع میکروویلی‌ها و همچنین اصلاح جمعیت میکروبی دستگاه گوارش

می‌تواننـد کارایی روده را افزایش داده و ســـبب بهبود جذب مواد مغذی و ارتقای پارامترهای رشـــد گردند (Dimitroglou و همکاران، ۲۰۱۰). وجود اثرات مثبت این نوع پری بیوتیک بر پارامترهای رشد مـاهی کپـور معمـــولی در ایـــن آزمـایش ممکن است به دلیل نوع ترکیب تشـــکیل‌دهنده این مواد باشـــد. بطوریکه مانان الیگوساکارید موجود در ساختار این پربیوتیک‌ها، منبع تغذیه‌ای مناسب برای رشد و فعالیت باکتری‌های فلور دســـتگـاه گوارش نظیر بـاکتری‌هـای اســـیدلاکتیک، لاکتوباســـیلوســـها و بیفیدوباکترها اســـت (Ringo و Vadestin، ۱۹۹۸) و تخمیر آن در روده منجر به از بین رفتن باکتری‌های مضـــر و درنتیجه تولید باکتری‌های مفید ازجملـه بـاکتری‌هـای اسیدلاکتیک دانست که ترکیباتی همانند باکترسیون‌ها را تولید می‌کنند و بدین طریق از رشد میکروارگـانیســـم‌هـای دیگر در روده جـلوگیری می‌کننـد (Akrami و همکـاران، ۲۰۰۹). همچنین فروکتوالیگوســـاکـاریـد و اینولین موجود نیز جزء پربیوتیکهای شـناخته شده‌ای هستند که به‌صورت گزینشـــی توســـط بـاکتری‌های مفید روده‌ای از قبیل بیفیدوباکترها و لاکتوباسـیلوس‌ها تخمیر شـده و سبب رشد این باکتری‌های مفید در روده می‌شوند (Gibson، ۱۹۹۸). با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، پرورش ماهی کپور معمولی در سیستم بیوفلاک همراه با تلقیح پربیوتیک ای‌مکس‌اولترا و ســـلماناکس می‌تواند باعث بهبود ترکیبات نیتروژنی آب و افزایش رشد شود.

منابع

Akrami R., Karimabadi K., Mohammadzadeh H., Ahmadifar E., 2009. Effect of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry stage. Journal of Marine Science and Technology 8, 47-57.

APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater, 22nd ed. American Public Health Association, Washington, DC.

Anand, P.S.S., Kumar, S., Panigrahi, A., Ghoshal, T.K., Dayal, J.S., Biswas, G., Sundaray, J.K., De, D., Raja, R.A., Deo, A.D., Pillai, S.M., Ravichandran, P., 2013. Effects of C:N ratio and substrate integration on periphyton biomass, microbial dynamics and growth of *Penaeus monodon* juveniles. Aquaculture International 21, 511–524.

Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Huque, S., Salam, M.A., Azim, M.E., 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. Aquaculture 280, 117–123.

Avnimelech, Y., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. Aquaculture 264 (1), 140–147.

Azim, M.E., Little, D.C., 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 283, 29–35.

Dimitroglou A., Merrifield D.L., Spring P., Sweetman J., Moate R., Davies S.J., 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilisation, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 300, 182-188.

Emerenciano, M., Gaxiola, G., Cuzon, G., 2013. Biofloc Technology: A review for aquaculture application and animal food industry. 301-328. (available in http://dx.doi.org/10.5772/53902).

Gibson, G.R., 1998. Dietary modulation of the Human Gut Microflora using the prebiotics oligofructose and Inulin. Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose conference, May 18-19, Bethesda. 25-27.

Irshad Ahmad, H., Verma, A.K., Babitha Rani, A.M., Rathore, G., Saharan, N., Gora, A.H., 2016. Growth, non-specific immunity and disease resistance of *Labeo rohita* against *Aeromonas hydrophila* in biofloc systems using different carbon sources. Aquaculture 456, 61-67.

Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C., Wu, F., 2015. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*oreochromis niloticus*). Aquaculture 448, 135-141.

Mahanand, S.S., Moulick, S., Srinivasa Rao, P., 2013. Water Quality and Growth of Rohu, *Labeo rohita*, in a Biofloc System. Journal of Applied Aquaculture 25, 121–131.

Najdegerami, E., Bakhshi, F., Bagherzadeh Lakani, F., 2015. Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings in zero-water exchange system, Fish Physiology and Biochemistry, Online, DOI: 10.1007/s10695- 015-0151-9.

Ray, A.J., Seaborn, G., Leffler, J.W., Wilde, S.B., Lawson. A., Browdy, C.L., 2010. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. Aquaculture 310, 130–138.

Ringo, E., Vadestin, O., 1998. Colonization of *Vibrio Pelagius* and *Aeromonas caviae* in early developing turbot, *Scophthalmous maximus* (L.) larvae. Journal of Applied Microbiology 84, 227-233.

Salamatdoustnobar, R.A., Ghorbani, S., Ghaem Magami, S., Motalebi, V., 2011. Effects of prebiotic on the fingerling rainbow trout performance parameters (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Science 3, 305-307.

Taw, N., 2010. Biofloc technology expanding at white shrimp farms. Global Advocate may/june, 24–26 (available in http://www.gaalliance.org/mag/May _June 2010.pdf).

Wang, G., Yu, E., Xie, J., Yu, D., Li, Z., Luo, W., Qiu, L., Zheng, Z., 2015. Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*. Aquaculture 443, 98–104.

Xia, Y., Yu, E.M., Xie, J., 2012. Analysis of bacterial community structure of bio-floc by PCR-DGGE. Journal of Fishery Sciences of China 36 (10), 1563–1571.

Xu, W.J., Pan, L.Q., 2014. Evaluation of dietary protein level on selected parameters of immune and antioxidant systems, and growth performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* reared in zero-water exchange biofloc-based culture tanks. Aquaculture 426–427, 181–188.

Zhao, Z.G., Xu, Q.Y., Luo, L., Yin, J.S., Wang, C.A., 2013. Effect of adding carbon source on growth of fish and water quality in Songpu mirror Carp (*Cyprinus specularis* Songpu) pond. Journal of Northeast Agricultural University 44 (9), 105– 112.

Journal of New Technologies in Aquaculture Development, Azadshahr Branch, Islamic Azad University Vol. 17, No. 1, Spring 2023

Application of prebiotics in biofloc environment: Investigation of nitrogen compounds and growth performance of common carp (*Cyprinus carpio*)

H. Jafaryan*, A. Khosravi Najafabadi, H. Adineh, M. Harsij

Department of Fishery, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University, Gonbad Kavoos, Iran.

Abstract

The present study was conducted with the aim of investigating the effect of probiotics (A-max ultra and Celmanax) inoculated into the biofloc system on and water quality and the growth and feeding efficiency of common carp. In a completely random experimental design, 300 pieces of finger fish (4.09 ± 0.70 g) were distributed in fifteen 32 L tanks for 40 days. Two levels of prebiotic and one control was designed which include; 0 (T0), 0.1 and 0.2 mg/l A-max (T1 and T2), 0.1 and 0.2 mg/l Celmanax (T3 and T4) Inoculation in the culture water. The physical and chemical parameters of water were investigated in 4 stages (days 10, 20, 30 and 40 of the experiment). There was a statistical difference in the Ammonia concentration between experimental treatments, which decreased at the end of the experiment. The performance of growth and feeding of fish in biofloc treatments was significantly better than the control treatment. In general, the results showed that the use of A-max ultra and Celmanax probiotics in the biofloc environment can improve the water quality and growth performance of common carp.

Keywords: Nitrogen compounds, Biofloc environment, Commercial prebiotics, *Cyprinus carpio*

*Corresponding author; hojat.jafaryan@gmail.com